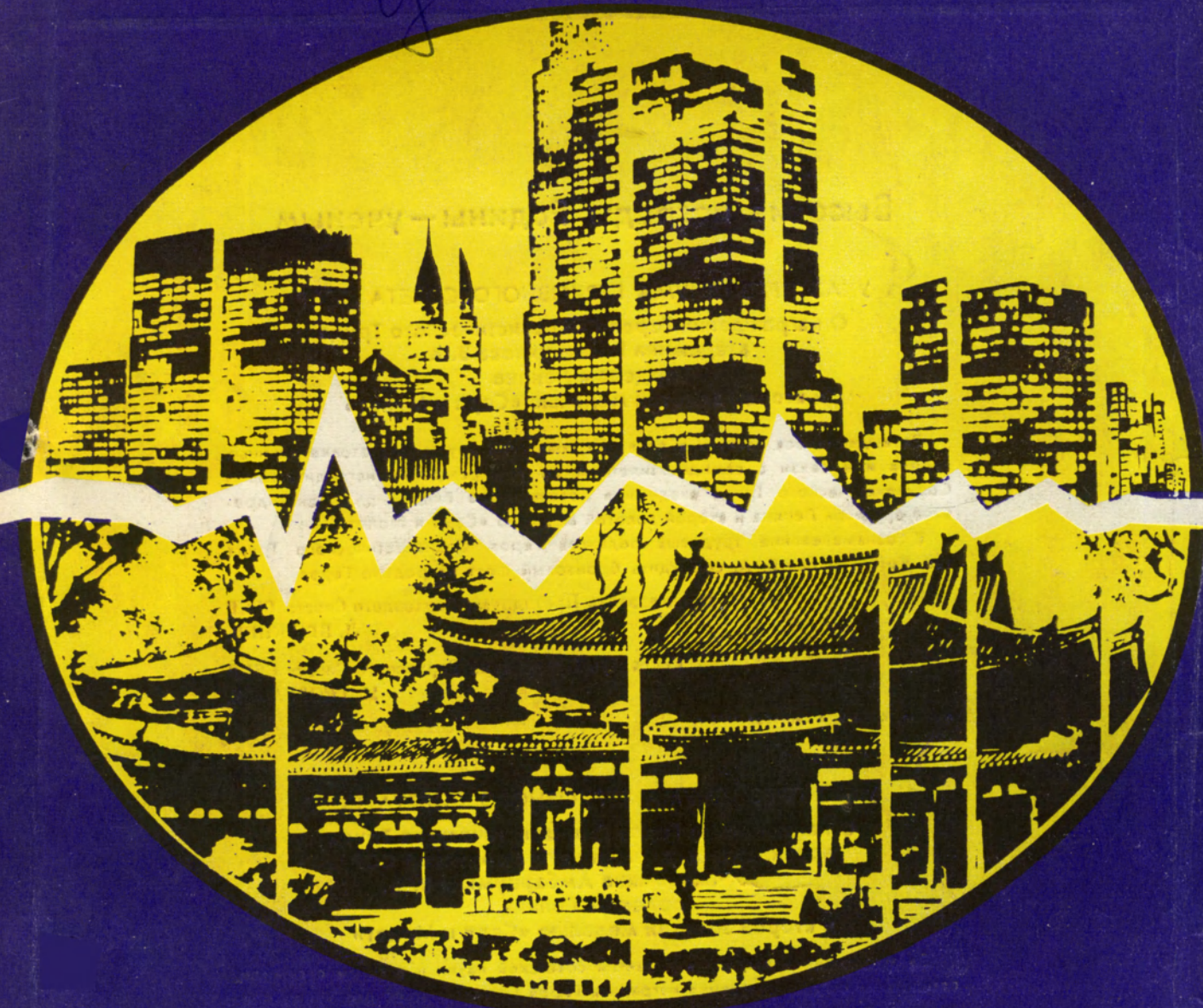




6 1978 **ЗЕМЛЯ**
И
ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Высокие награды Родины — ученым

УКАЗ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

О награждении Героя Социалистического Труда академика Котельникова В. А. орденом Ленина и второй золотой медалью «Серп и Молот»

За выдающиеся заслуги в развитии советской науки, подготовке научных кадров и в связи с семидесятилетием со дня рождения наградить Героя Социалистического Труда академика **Котельникова** Владимира Александровича орденом **Ленина** и второй золотой медалью «**Серп и Молот**».

В ознаменование трудовых подвигов Героя Социалистического Труда тов. **Котельникова В. А.** соорудить бронзовый бюст на родине Героя.

Председатель Президиума Верховного Совета СССР
Л. БРЕЖНЕВ.

Секретарь Президиума Верховного Совета СССР
М. ГЕОРГАДЗЕ.

Москва, Кремль. 5 сентября 1978 г.

УКАЗ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

О награждении Героя Социалистического Труда президента Академии наук Армянской ССР академика Амбарцумяна В. А. орденом Ленина и второй золотой медалью «Серп и Молот»

За выдающиеся заслуги в развитии советской науки и в связи с семидесятилетием со дня рождения наградить Героя Социалистического Труда президента Академии наук Армянской ССР академика **Амбарцумяна** Виктора Амазасповича орденом **Ленина** и второй золотой медалью «**Серп и Молот**».

В ознаменование трудовых подвигов Героя Социалистического Труда тов. **Амбарцумяна В. А.** соорудить бронзовый бюст на родине Героя.

Председатель Президиума Верховного Совета СССР
Л. БРЕЖНЕВ.

Секретарь Президиума Верховного Совета СССР
М. ГЕОРГАДЗЕ.

Москва, Кремль, 15 сентября 1978 г.

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

6 НОЯБРЬ
ДЕКАБРЬ
1978

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

М. А. Садовский — Предсказание времени землетрясений	6
Г. А. Соболев — Предвестники землетрясений	10
В. И. Мячкин — Физические основы прогноза землетрясений	15
Г. И. Рейснер — Геологический прогноз землетрясений	20
В. М. Жолобов — «Салют-5»: технологические эксперименты	24
Я. Эйнасто, М. Йывээр — Структура Галактики	30
Н. В. Васильев, С. А. Разин — Что известно о Тунгусском метеорите	37
Б. В. Комберг — Близкие квазары — рентгеновские источники	42
А. А. Чернов — Разведчики глубин	44

ЛЮДИ НАУКИ

В. И. Прищепа — Валентин Петрович Глушко	58
Памяти Всеволода Владимировича Федынского	62

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

И. П. Косминская — Международное совещание сейсмологов	65
--	----

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В. А. Гаген-Торн — Совещание по астрономическому образованию	67
Г. А. Лейкин — Чему же должна учить школьная астрономия!	69

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

А. В. Блюм — Фламарион и царская цензура	70
--	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

В. Ф. Карташов — Школа юных наблюдателей Луны и планет	75
В. С. Лазаревский — Астрономические явления в 1979 году	80

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

В. В. Федынский — Сила, что правит мирами	82
Е. П. Левитан — Необходимое пособие для учителей астрономии ГДР	83
А. К. Дюпин — Книга о памирских ледниках	85
Книги 1979 года	86

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	90, 95
---------------------------------------	--------

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-6» [2]; Геохимический метод прогноза землетрясений [14]; Сейсмическая анизотропия земных недр под океаном [19]; Распределение температуры в земной коре [28]; Чем вызван ледниковый период Земли [29]; «Плотинные» землетрясения [29]; Природа слабых рентгеновских источников [36]; Рейсы кораблей науки [53]; Черная дыра в облаке межзвездного газа! [55]; Новые астероиды, приближавшиеся к Земле [55]; 59-й рейс «Гломара Челленджера» [55]; Интервью академика В. П. Глушко [56]; Художник-фантаст из солнечного города [73]; Новые книги [81]; Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1978 году [92].

НА ОРБИТЕ «САЛЮТ-6»

15—16 июля В. В. Коваленок и А. С. Иванченков смонтировали и подготовили к работе установку «Кристалл».

17 июля на этой установке был завершен технологический эксперимент. Цель его — получение полупроводникового материала. В этот же день космонавты выполняли ремонтные работы, перезаряжали фотоаппаратуру.

18—19 июля продолжался очередной технологический эксперимент на установке «Сплав».

19 июля экипаж орбитального комплекса занимался дозаправкой станции «Салют-6» топливом, доставленным на орбиту грузовым кораблем «Прогресс-2».

20 июля космонавты завершили перекачку в баки станции «Салют-6» второго компонента топлива — окислителя.

21 июля В. В. Коваленок и А. С. Иванченков фотографировали поверхность Земли и Мирового океана. Съемка велась над районами Белоруссии, Украины, Нижней Волги, Каспийского моря, Казахстана, Средней Азии, а также над акваторией Мирового океана.

22—23 июля экипаж выполнил два технологических эксперимента. На установке «Сплав» получены новые полупроводниковые материалы, а также соединения из трех металлов: алюминия, олова и молибдена. На установке «Кристалл» проведен эксперимент по выращиванию монокристалла арсенида галлия из высокотемпературного раствора. Космонавты также фотографировали районы Крыма, Кавказа, Южного Урала, Прикаспийской низменности, Казахстана, республик Средней Азии.

24 июля В. В. Коваленок и А. С. Иванченков отдыхали, контролировали бортовые системы станции «Салют-6» и кораблей «Союз-29», «Прогресс-2», занимались физическими упражнениями.

25—26 июля космонавты завершили очередной эксперимент по космической технологии полупроводниковых материалов на установке «Кристалл». Цель эксперимента — получение из газовой фазы объемных кристаллов. В. В. Коваленок и А. С. Иванченков проверили работу отдельных бортовых систем и агрегатов, вели визуальные наблюдения поверхности Земли и Мирового океана.

27—28 июля экипаж орбитального комплекса фотографировал земную поверхность и акваторию Мирового океана над районами Белоруссии, Украины, Саль-



ских степей, Прикаспийской низменности.

29 июля 1978 года В. В. Коваленок и А. С. Иванченков вышли в открытое пространство. Цель выхода — работы по демонтажу и частичной замене научной аппаратуры, установленной на внешней поверхности станции. С помощью этой аппаратуры в течение 10 месяцев с момента выведения станции в космическое пространство изучалась микрометеорная обстановка и исследовалось влияние космической среды на свойства различных материалов. Выход и работа в открытом космическом пространстве осуществлялись в несколько этапов. В переходном отсеке космонавты надели скафандры, затем разгерметизировали отсек и открыли люк, предназначенный для выхода в космос. А. С. Иванченков вышел из станции и выполнил намеченные демонтажные операции. В. В. Коваленок помогал ему и с помощью переносной цветной телевизионной камеры передавал на Землю изображение элементов станции и действия А. С. Иванченкова вне станции. Экипаж перенес в помещение станции один из приборов системы регистрации микрометеоров, кассеты с полимерными, оптическими и другими материалами, используемыми при создании перспективных кос-

■
Космонавт А. С. Иванченков в открытом космосе
Фотохропика ТАСС

Продолжение. Начало в № 1, 2, 3, 5, 1978.



мических аппаратов, а также блок кассет с биополимерами. На наружной поверхности станции космонавты установили аппаратуру для регистрации космического излучения. В процессе выхода продолжались дальнейшие испытания скафандров полужесткого типа и их систем, проверялись конструктивные элементы, предназначенные для удобства передвижения и фиксации на наружной поверхности станции, отрабатывались действия космонавтов в открытом космосе. Общее время пребывания космонавтов в открытом космосе 2 часа 05 минут.

30—31 июля экипаж комплекса начал очередной биологический эксперимент. Цель его — изучение генетических особенностей развития проростков семян в условиях невесомости. Космонавты перенесли в грузовой отсек корабля «Прогресс-2» использованное оборудование и провели цикл технических испытаний по программе эксперимента «Резонанс». Цель испытаний — изучение динамических характеристик орбитального комплекса и определение величины действующих на его конструкцию нагрузок.

2 августа произведено отделение автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-2» от орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29».

3 августа на борту комплекса завершён очередной технологический эксперимент по космическому материаловедению на установке «Кристалл». Цель эксперимента — получение монокристалла германия методом направленной кристаллизации.

4 августа завершился полёт автоматического грузового корабля «Прогресс-2». Он вошёл в плотные слои атмосферы над заданным районом акватории Тихого океана и прекратил существование. Большую часть этого дня космонавты посвятили медицинским исследованиям.

5 августа была проведена коррекция траектории движения комплекса.

6—7 августа завершён очередной технологический эксперимент на установке «Кристалл». Цель его — получение полупроводникового монокристалла антимонида индия. В. В. Коваленок и А. С. Иванченков выполняли профилактические и ремонтные работы отдельных бортовых систем, готовили научную аппаратуру



В. В. Коваленок, А. С. Иванченков, В. Ф. Быковский и З. Йен на борту советского орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»

Фотохроника ТАСС

к предстоящим исследованиям. А. С. Иванченков проводил динамическое обследование биоэлектрической активности сердца.

8 августа 1978 года был произведен запуск автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-3».

9 августа экипаж работал с бортовой документацией, проверял системы агрегатов комплекса, занимался физическими упражнениями, проводил визуальные наблюдения поверхности Земли и Мирового океана.

10 августа осуществлена стыковка корабля «Прогресс-3» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-6» — «Союз-29».

В. В. Коваленок и А. С. Иванченков вели наблюдение за причаливанием и контролировали стыковку.

11 августа на установке «Сплав» проводился эксперимент с целью получения из газовой фазы полупроводниковых материалов: монокристалла твердого раствора олово-свинце-теллур, тонких слоев сульфидов и фелинидов кадмия и цинка, а также металлического сплава алюминия с висмутом. Цель технологического эксперимента на установке «Кристалл» — получение кристаллов фелинида кадмия и арфинида галлия.

12—13 августа космонавты выполнили серию технологических экспериментов по космическому материаловедению. Цель экспериментов — получение в условиях невесомости полупроводниковых материалов: кристаллов селенида кадмия, арсенида галлия, антимонида индия, а также кристаллов твердых растворов.

14 августа В. В. Коваленок и А. С. Иванченков продолжали технологические эксперименты, готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям, разгружали транспортный корабль «Прогресс-3» и демонтировали использованное оборудование станции «Салют-6».

16 августа большая часть дня была отведена медицинским исследованиям. В программу был включен медико-биологический эксперимент по изучению динамики изменения состава газовой среды в помещениях орбитального комплекса.

17 августа была проведена коррекция траектории движения пилотируемого научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Прогресс-3».

18 августа космонавты размещали в грузовом корабле оборудование, демонтированное со станции «Салют-6», наблюдали и фотографировали поверхность Земли.

21 августа была завершена программа совместного полета автоматического грузового корабля «Прогресс-3» и орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29». Космонавты контролировали процесс расстыковки и отход грузового корабля от станции. После выполнения запланированных операций «Прогресс-3» вошел в плотные слои атмосферы над заданным районом Тихого океана и прекратил существование.

24 августа В. В. Коваленок и А. С. Иванченков вели визуальные наблюдения и фотографировали поверхность Земли и Мирового океана.

25 августа космонавты контролировали работу отдельных бортовых систем и агрегатов, убирали помещения комплекса, занимались физическими упражнениями.

26 августа 1978 года был осуществлен запуск космического корабля «Союз-31». Корабль пилотировал международный экипаж: командир корабля — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский и космонавт-исследователь — гражданин Германской Демократической Республики Зигмунд Йен.

27 августа была произведена стыковка космического корабля «Союз-31» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-29». Экипаж орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31» доложил Генеральному секретарю ЦК КПСС, Председателю Президиума Верховного Совета СССР товарищу Л. И. Брежневу и Генеральному секретарю Центрального Комитета СЕПГ, Председателю Государственного совета ГДР товарищу Э. Хонеккеру, что международный экипаж приступил к выполнению запланированных исследований и экспериментов. Товарищи Л. И. Брежнев и Э. Хонеккер поздравили космонавтов с успешным началом работы и пожелали им успешного выполнения поставленных перед ними задач и благополучного возвращения на родную Землю.

28 августа экипаж корабля «Союз-31» выполнял комплексное обследование сердечно-сосудистой системы. В программу дня экипажа комплекса входили технологические эксперименты «Беролина» по космическому материаловедению на установках «Сплав» и «Кристалл», медико-биологические исследования, кинофотосъемка, физические упражнения.

29 августа В. В. Коваленок и А. С. Иванченков с помощью автономного микроанализатора взяли пробы крови, которые будут доставлены на Землю для лабораторных анализов. В. Ф. Быковский и З. Йен демонтировали индивидуальные ложементы кресел в корабле «Союз-31» и установили их в спускаемый аппарат корабля «Союз-29».

30 августа большая часть рабочего дня была отведена экспериментам по программе изучения окружающей среды и исследования природных ресурсов. В. Ф. Быковский и З. Йен фотографировали с помощью многозональной аппаратуры МКФ-6М, разработанной совместно специалистами СССР и ГДР. На борту комплекса проводился эксперимент «Поляризация». Основное назначение его — определение влияния ландшафта и состояния атмосферы на точность наведения научной аппаратуры.

31 августа международный экипаж провел очередную серию фотографирования поверхности Земли над районами Памира, Кавказа, Каспийского моря. В этот же день исследовалась динамика субъективного чувства времени и вкусовых ощущений космонавтов, завершился медико-биологический эксперимент «Метаболизм», изучалась окружающая среда в эксперименте «Биосфера».



1 сентября В. В. Коваленок, А. С. Иванченков, В. Ф. Быковский и З. Йен выполняли очередную серию визуальных наблюдений, фотографировали поверхность Земли и акватории Мирового океана, продолжали эксперименты на установках «Сплав» и «Кристалл».

2 сентября космонавты приступили к подготовке корабля «Союз-29» к возвращению на Землю.

3 сентября спускаемый аппарат космического корабля «Союз-29» с космонавтами В. Ф. Быковским и З. Йеном совершил мягкую посадку в заданном районе территории Советского Союза — в 140 км юго-восточнее города Джезказган.

4 сентября у В. В. Коваленка и А. С. Иванченкова был день активного отдыха.

7 сентября был осуществлен технический эксперимент по перестыковке космического корабля «Союз-31». Корабль был перестыкован от стыковочного узла, расположенного на агрегатном отсеке станции, к стыковочному узлу на переходном отсеке. Перестыковка произведена для обеспечения возможности снабжения пилотируемого орбитального комплекса топливом, оборудованием и необходимыми грузами.

8 сентября у В. В. Коваленка и А. С. Иванченкова был день медицинских обследований. Космонавты исследовали реакции сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления, а также тонус сосудов.

9 сентября у экипажа был день активного отдыха.

10 сентября Указом Президиума Верховного Совета СССР за успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском ком-

плексе «Салют-6» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский награжден орденом Ленина, гражданину ГДР космонавту-исследователю З. Йену присвоено звание Героя Советского Союза.

Выступая на церемонии вручения наград, состоявшейся в Кремле 12 сентября, Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л. И. Брежнев тепло поздравил космонавтов, поблагодарил за образцовое выполнение ответственной миссии, пожелал им доброго здоровья, счастья и новых больших успехов. Л. И. Брежнев подчеркнул, что «Космические полеты международных социалистических экипажей в рамках программы «Интеркосмос» в немалой мере демонстрируют собой прогресс, достигнутый нашим социалистическим сотрудничеством в ведущих отраслях науки и техники. Они добывают знания, идущие на пользу всему человечеству».

По предложению Политбюро ЦК СЕПГ, Президиума Совета Министров и Национального совета обороны ГДР Генеральный секретарь ЦК СЕПГ, Председатель Государственного совета ГДР Эрих Хонеккер наградил командира космического корабля «Союз-31» дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР полковника Валерия Быковского орденом Карла Маркса и присвоил ему почетное звание «Герой Германской Демократической Республики». Первый космонавт ГДР подполковник Зигмунд Йен награжден орденом Карла Маркса и удостоен почетного звания «Герой Германской Демократической Республики». Ему присвоено также звание «Летчик-космонавт ГДР». Оба космонавта награждены за выдающиеся заслуги и проявленные ими мужество и героизм в ходе успешного осуществления космического полета, а также за участие в реализации программы научно-технических исследований на орбитальном космическом комплексе «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31», которые имеют огромное значение для ГДР, сотрудничества социалистических государств и служат благом людей.

11 сентября космонавты В. В. Коваленок и А. С. Иванченков в целях изучения природных ресурсов и окружающей среды проводили визуальные наблюдения и фотографирование отдельных районов поверхности Земли и акватории Мирового океана, контролировали работу аппаратуры с биологическими объектами, регистрировали рост и развитие растений в условиях космического полета.

(Продолжение следует.)

По материалам сообщений ТАСС

В. Ф. Быковский и З. Йен (справа) после приземления оставляют автографы на спускаемом аппарате

Фотохроника ТАСС



Предсказание времени землетрясений

Чтобы противостоять разрушительной силе землетрясений, ученые интенсивно работают над проблемой прогноза их времени, места и силы. Изучаются предвестники землетрясений, разрабатываются физические теории процесса их подготовки, исследуются геологические условия на территориях, где они могут произойти.

Ниже мы публикуем подборку статей, в которых специалисты в области прогноза землетрясений рассказывают о своих исследованиях.

О системе прогноза землетрясений, разрабатываемой в нашей стране, рассказывает директор Института физики Земли АН СССР академик Михаил Александрович Садовский.

ПРОГНОЗ ВРЕМЕНИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ СТАНОВИТСЯ РЕАЛЬНЫМ

Трудно поверить, что какие-нибудь два десятка лет тому назад прогноз времени землетрясений казался невозможным, а существование предвестников землетрясений оспаривалось многими сейсмологами. Сейчас мы знаем десятки таких предвестников и умеем их наблюдать.

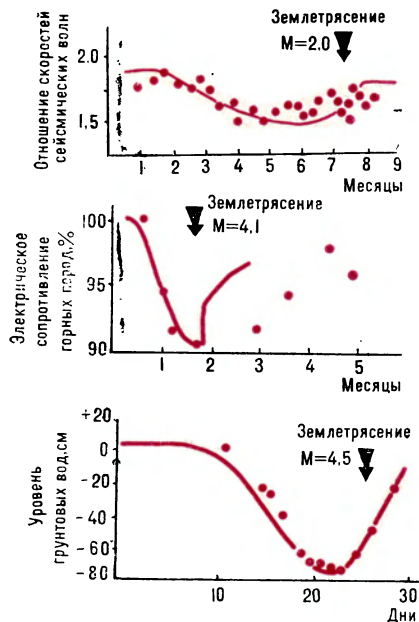
В 1967 году на страницах журнала «Земля и Вселенная» (№ 6, 1967, с. 3—21.—Ред.) ученые Института физики Земли АН СССР рассказывали о проблеме прогноза землетрясений. Приведу некоторые результаты наших исследований, полученные в последние годы.

Полевые наблюдения и лабораторные опыты показали, что в зоне подготовки землетрясения свойства горных пород изменяются. Изменяются скорости упругих волн, распространяющихся в горных породах, и электрическая проводимость грунта. Перед землетрясением также изменяется наклон земной поверхности и ее деформации. Некоторые предвестники землетрясений обнаруживаются за месяцы и годы до землетрясения (долгосрочные предвестники), другие — за несколько дней или даже часов до сейсмического удара. К этим краткосрочным

предвестникам относятся изменение уровня и химического состава подземных вод, изменение напряженности электрического поля в атмосфере. Созданная в Институте физики Земли АН СССР теоретическая модель очага землетрясения на качественном уровне объясняет все перечисленные явления предвестников.

В определенном смысле мы можем говорить о том, что в настоящее время проблема предсказания времени землетрясений переместилась из области науки в область техники. Это не значит, конечно, что нам известны все стороны процессов, протекающих в очаге землетрясений. Несомненно, дальнейшее их изучение принесет много новых фактов и позволит подробнее разобраться в свойствах земных недр и происходящих в них явлениях. Однако нет надобности связывать в одну проблему задачи прогноза времени землетрясений и создание адекватной теории сейсмических очагов. Того, что мы знаем, а знаем мы немало, уже достаточно для создания системы, способной предсказывать землетрясения.

Явления, предвещающие землетрясения, обнаруживаются на тем большей территории, чем более сильным будет предсказываемое землетрясение. Однако известно, что предвестники не обеспечивают 100-процентной надежности. Иногда некоторые из них вовсе отсутствуют перед реальным землетрясением, а иногда появляются ложные сигналы. Тем не менее многократные наблюдения нескольких предвестников во многих пунктах, расположенных



на большой территории, оберегают от возможных ошибок в прогнозе. Значит, основное требование к системе прогноза состоит в том, чтобы охватить наблюдениями достаточно большую территорию. По существующим оценкам, для предсказания сильного землетрясения площадь, покрытая постами наблюдений, должна занимать сотни тысяч квадратных километров. Постов на этой территории должно быть столько, чтобы предвестники могли обнаруживаться несколькими ближайшими к очагу постами. Опыт показывает, что чем дальше от будущего очага находится пост, тем труднее обнаружить предвестники, и поэтому расстояние между пунктами наблюдений не должно превышать 50—100 км. Отсюда следует, что на территории в несколько сот тысяч квадратных километров должно быть

несколько десятков пунктов наблюдений.

Если учесть, что предвестников множество и наблюдаются они многократно в течение суток, становится понятным, насколько сложно проанализировать результаты наблюдений. Сначала систематически сопоставляют временной ход каждого из предвестников (а это миллионы измерений) и всего их комплекса, а затем по этим измерениям оценивают вероятность землетрясений в течение некоторого интервала времени. Решение такой задачи требует оперативной передачи данных наблюдений на центральный пост, оборудованный ЭВМ. Сделать это без автоматизации самих наблюдений, без организации телепередачи их результатов на центральный пост и автоматизации сбора, хранения и систематического анализа невозможно. Современная техника в принципе позволяет решать все перечисленные задачи, но для этого требуются, конечно, и время, и значительные средства. Советское правительство уделяет большое внимание борьбе с сейсмической опасностью, поэтому есть все основания считать, что в обозримое время задача прогноза землетрясений будет успешно решена.

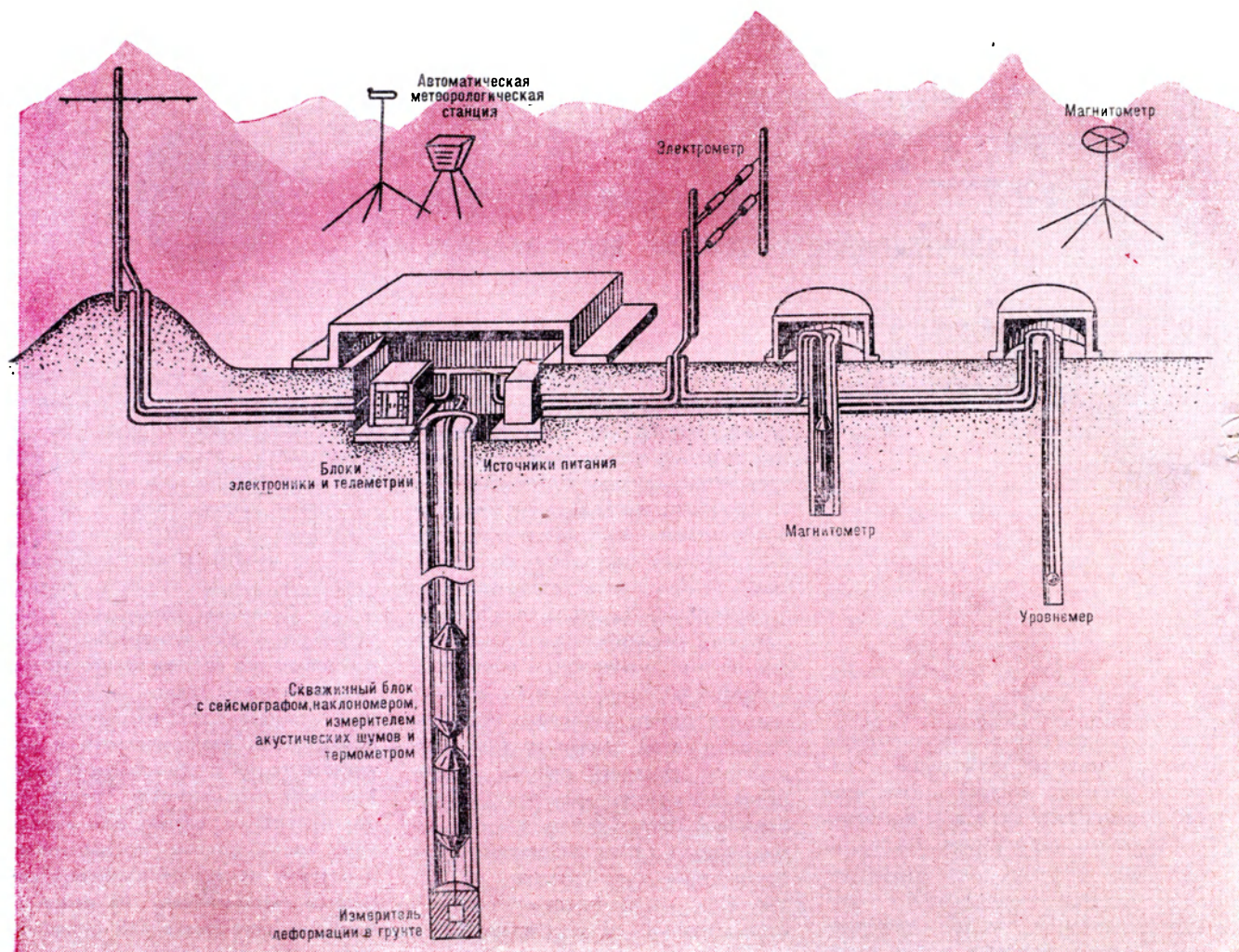
СЛУЖБА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В настоящее время уже скомплектован типовой наблюдательный пост системы прогноза, состоящий из датчиков, регистраторов различного типа. Сюда входят сейсмографы с автоматической магнитной регистрацией. Данные их используют для

выявления долгосрочных предвестников. Магнитная запись сейсмографов периодически передается на центральный пост системы, где подвергается обработке и анализу. Сейсмографы устанавливают в буровых скважинах, а их показания передаются по кабелю к регистрирующим приборам, размещенным на поверхности. Скважины оборудуют также устройством для измерения уровня и химического состава грунтовых вод, наклономерами. Рядом с контейнером устанавливают измерители напряженности электрического и магнитного полей в атмосфере и электрической проводимости грунта. Все эти измерения служат для выявления краткосрочных предвестников, и поэтому показания приборов снимаются автоматически не реже одного или двух раз в час, опрашиваются с помощью специального устройства и немедленно передаются по телеграфным линиям на центральный пост. Типовые наблюдательные посты системы прогноза уже устанавливаются в сейсмоактивных районах нашей страны.

Практически важна еще одна сторона проблемы. Если системой прогноза покрыть территорию в 100 000 км², то в сейсмоактивных районах, например, на Кавказе и в Средней Азии, следовало бы организовать, соответственно, не менее четырех и десяти таких систем. Если же учесть все сейсмоактивные регионы СССР, то число подобных систем без малого достигнет сотни. И становится очевидной чрезмерная громоздкость и дороговизна решения «в лоб» проблемы прогноза времени землетрясений. Однако кроме

■ *Изменение некоторых геофизических характеристик при подготовке очага землетрясения. Точки — экспериментальные данные, сплошные кривые — теоретический расчет. M — магнитуда землетрясения*



краткосрочных предвестников, предупреждающих о землетрясении за сутки и часы, наблюдаются предвестники, сигнализирующие о начале подготовки сейсмического процесса за годы. К ним относятся, в первую очередь, изменения сейсмического режима (мелкие землетрясения, их локализация на местности, изменение скоростей упругих волн в горных породах, залегающих в области намечающихся сейсмических очагов и т. д.).

Для обнаружения и анализа долгосрочных предвестников не требуется большой оперативности, и многие из них можно выявить с помощью уже существующей **единой системы сейсмических наблюдений (ЕССН)**. Выделяя по долгосрочным предвест-

никам территории, на которых вероятны землетрясения, мы можем на них разворачивать временные системы оперативного прогноза тогда, когда в них появляется прямая необходимость. Это не исключает, однако, безотлагательного развертывания постоянных систем оперативного прогноза времени землетрясений в некоторых особо сейсмоопасных

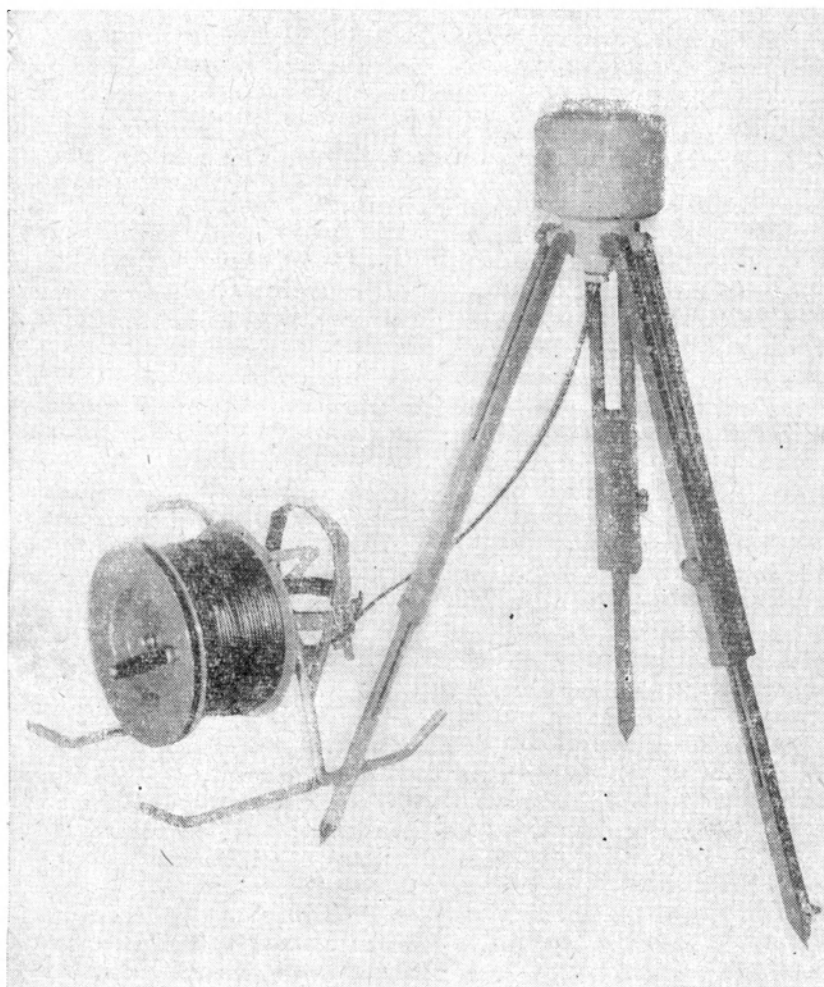
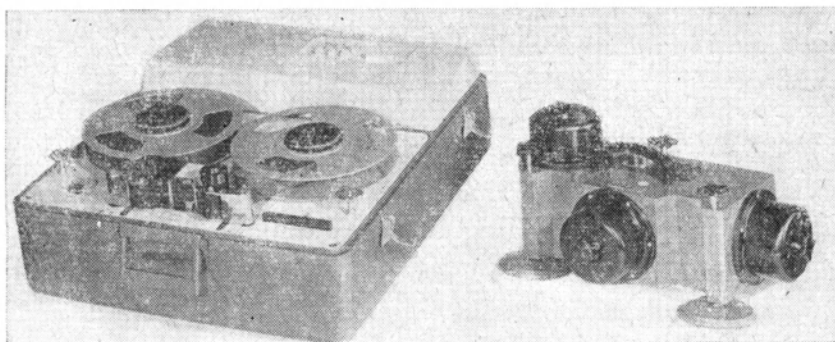
■
Типовой измерительный пункт, который устанавливается на региональном прогностическом полигоне. Измерения, проводимые на нем, позволяют выявлять аномалии геофизических и гидрологических полей — возможных предвестников землетрясений

местах, например, там, где размещаются крупные города.

В целом же возможности, которые предоставляет нам природа, создавая долговременные предвестники, нужно использовать. Организация службы долговременного прогнозирования требует серьезных усилий и материальных затрат, но все же значительно меньших, чем система «сплошного» прогнозирования.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мы знаем теперь, что процессы, протекающие в сейсмическом очаге, не поддаются изучению методами классической сейсмологии. Надо думать, что описанием этих процессов станет в дальнейшем заниматься



■ Автоматическая сейсмологическая станция «Черепаша», с ее помощью осуществляется контроль за сейсмическим режимом

■ Протонный магнитометр МПП-1 для регистрации вариаций магнитного поля Земли

физика твердого тела. Сейчас мы еще плохо разбираемся в природе электромагнитных процессов, протекающих в горной породе при землетрясениях, не умеем оценивать неустойчивость явлений, происходящих в будущем очаге землетрясения. Неясны для нас и возможные механизмы триггерных воздействий на сейсмический очаг со стороны внешних факторов, хотя мы наблюдаем например, бесспорную корреляцию между сейсмическими явлениями и солнечной активностью. Предстоит еще выявить новые связи с процессами механического разрушения структурно-неоднородного вещества в огромных масштабах.

Уже сейчас мы закономерно объединяем в одну последовательность процессы микротрещинообразования и раскрытия гигантских разломов, простирающихся после сильных землетрясений (например, в Чили и Монголии) на многие сотни километров. Далее нам придется вписать сейсмический процесс в общую картину движения масс земного вещества и разобраться в законах, управляющих этим движением.

Нет сомнений, что по мере проникновения в тайны земных недр появятся возможности решать многие задачи, не менее важные для практики, чем прогноз времени землетрясений. В частности, не исключено, что когда-нибудь мы научимся активно вмешиваться в сейсмический процесс, и если не предотвращать, то по крайней мере «пускать» его в выгодное для нас время.



Доктор физико-математических наук
Г. А. СОБОЛЕВ

Предвестники землетрясений

В ПОИСКАХ ПРЕДВЕСТНИКОВ

Около 20% территории нашей страны периодически подвергается воздействию сильных землетрясений, а населяют эту сейсмоопасную зону свыше 50 млн. человек. Неудивительно поэтому, что интерес к изучению землетрясений, а также явлений, их предвещающих, возник уже давно. В 1890 году особая комиссия при императорском Русском географическом обществе выработала программу наблюдений предвестников, согласно которой перед наступлением землетрясений предлагалось отмечать какие-либо особые события: грозы, возмущения магнитной стрелки, нарушения действия телеграфа и т. п.

В начале XX века выдающийся русский сейсмолог академик Б. Б. Голицын в своей программе изучения землетрясений и их предвестников подчеркивал, как важно измерять медленные движения поверхности Земли, регулярно наблюдать за упругими свойствами горных пород путем просвечивания земной коры сейсмическими волнами, исследовать химический состав воды минеральных источников.

Долгие годы ученые ограничивались сбором сведений о необычных явлениях природы, которые местные жители наблюдали перед сильными землетрясениями. Достоверность таких сведений оставляла желать лучшего. Трудно было установить точное время появления предвестника, его длительность и зону действия: то, что одному человеку казалось странным, из ряда вон выходящим, другой мог и не заметить.

Сейсмическим ударам часто предшествуют аномальные геофизические и гидрологические явления — предвестники землетрясений.

Между тем в сейсмоопасных районах страны росли города, строились крупные промышленные сооружения. В 1948 году сильно пострадал от землетрясения Ашхабад, в следующем году был полностью разрушен поселок Хаит в Таджикистане; в 1952 году землетрясение в океане и следовавшая за ним гигантская волна — цунами — принесли большие бедствия жителям Курильских островов и Камчатки. В 1966 году относительно небольшое и неглубокое землетрясение под центральной частью Ташкента частично разрушило постройки «старого города».

Опасность землетрясения прежде всего определяется энергией вызванных им сейсмических колебаний. При неглубоком расположении очага, в пределах нескольких десятков километров от земной поверхности, землетрясения с энергией 10^{14} Дж, то есть 14-го энергетического класса (энергетический класс определяется десятичным логарифмом величины выделившейся при землетрясении энергии упругих колебаний) представляют уже серьезную опасность для построек. Землетрясение такой силы как раз и произошло в Ташкенте в 1966 году.

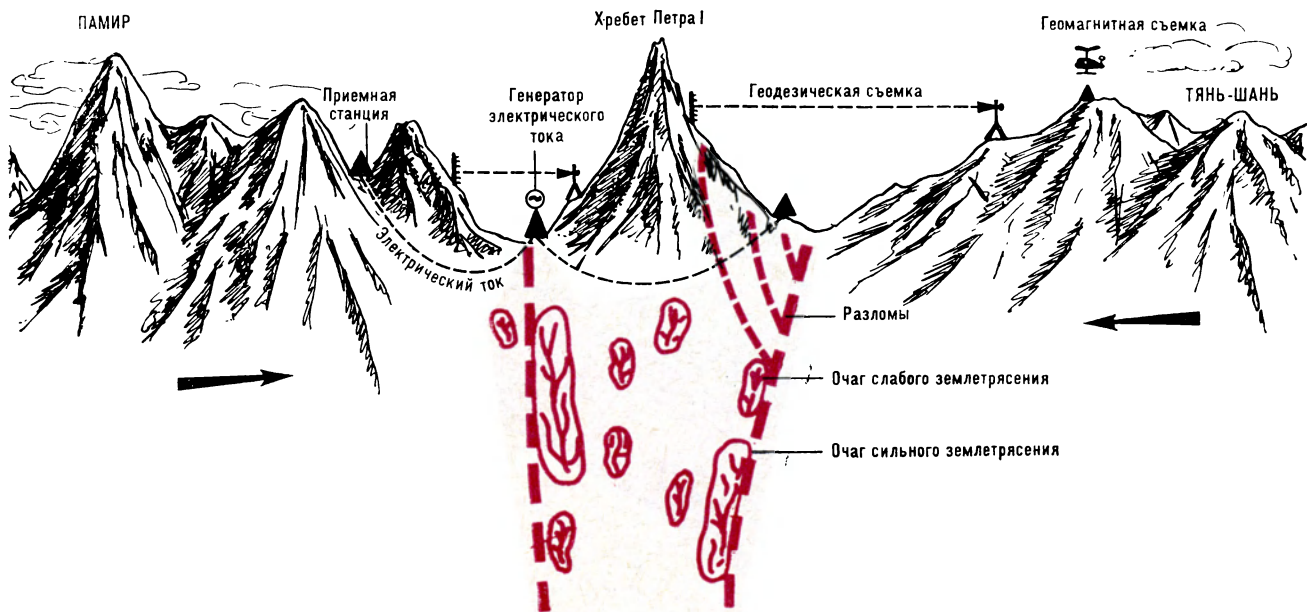
Необходимо было ускорить накопление сведений о предвестниках и значительно повысить точность и надежность наблюдений. В первой по-

ловине 50-х годов при Геофизическом институте АН СССР была создана специальная экспедиция, приступившая к планомерному изучению сейсмичности, и в том числе предвестников землетрясений в Гармском районе Таджикистана. Горы Памира со скоростью 2 см в год надвигаются здесь на хребты Тянь-Шаня. Зажатые между Памиром и Тянь-Шанем более слабые осадочные породы выдавливаются вверх, образуя величественный хребет Петра I. Разыгрываемая веками «земная драма» сопровождается время от времени мгновенным проскальзыванием одного блока горных пород между соседними, в результате чего и происходит землетрясение. Глубокие трещины — разрывы в земной коре вблизи хребта Петра I — следы древних сейсмических катастроф.

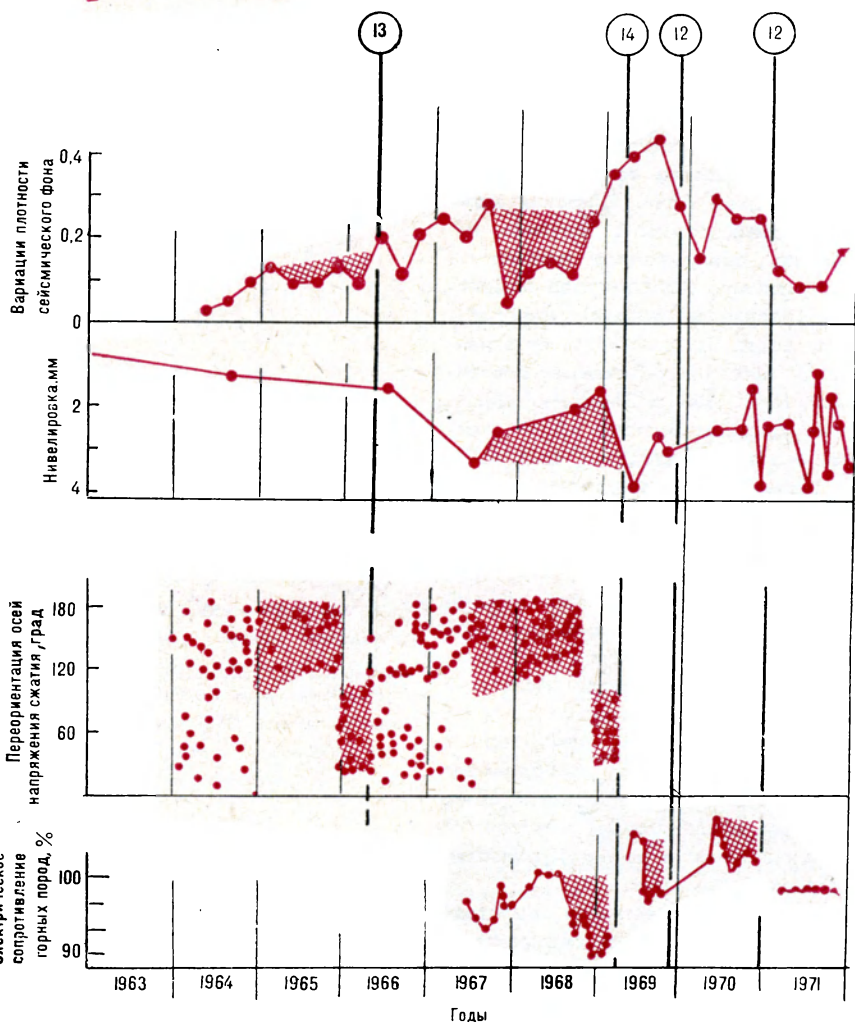
ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ: МНОЖЕСТВО

Гармской экспедицией было установлено, что перед сильным землетрясением **изменяется сейсмический фон** — частота и распределение по площади более слабых толчков. Высочоточная геодезическая съемка показала, что в это же время отмечается **изменение средней скорости перемещения земной поверхности**. **Направление** веками существующих в земле **механических напряжений** также может измениться.

Известно, что сопротивление горных пород прохождению электрического тока зависит главным образом от трещиноватости горного массива и количества содержащейся в тре-

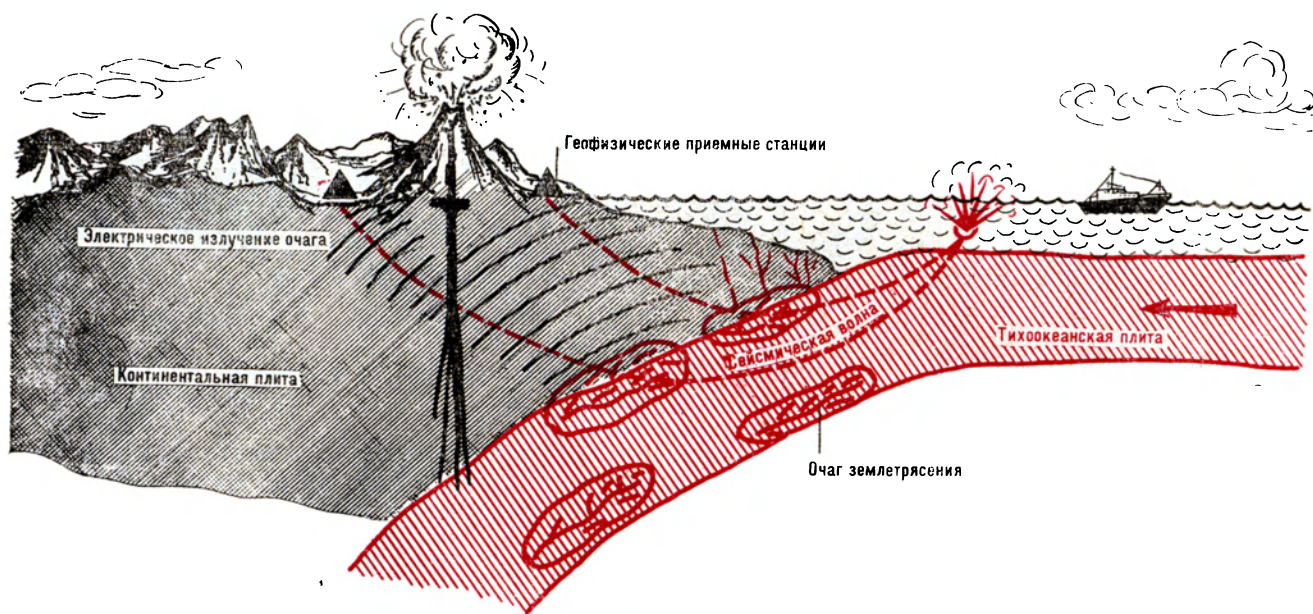


щинах влаги. Если перед крупным землетрясением появляются новые трещины или изменяется степень водонасыщенности трещин и пор, то это приводит к изменению **электросопротивления горных пород**. Такого рода предвестники также отмечались в Гарме. На одной стороне хребта Петра I был установлен генератор, периодически посылающий в землю разряды электрического тока. Размещенная на другой стороне хребта приемная аппаратура неоднократно показывала увеличение приходящего к ней электрического сигнала, вызванного уменьшением **электросопротивления пород** перед близкими землетрясениями.



Много сильных землетрясений происходит в советской Средней Азии, в месте сочленения Памира и Тянь-Шаня. Здесь изучается комплекс различных предвестников землетрясений

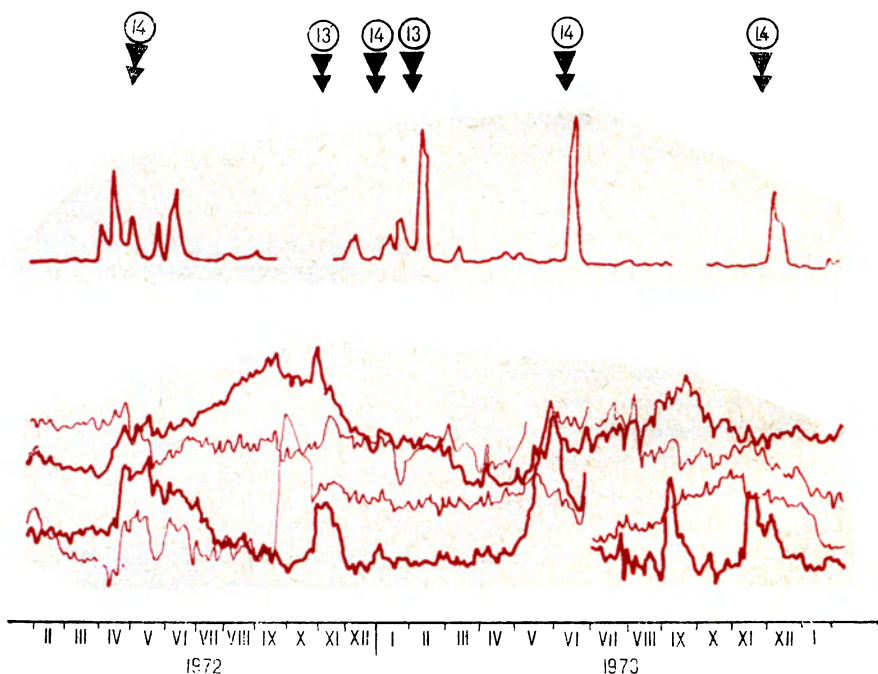
Совокупность предвестников землетрясений, зарегистрированных в районе хребта Петра I в Средней Азии. Цифры в кружках обозначают энергетические классы землетрясений. Периоды проявления предвестников отмечены штриховкой



Изучение предвестников землетрясений в Советском Союзе не ограничивается районом Гарма. Особенно интенсивно ведутся работы в окрестностях столиц союзных республик Средней Азии. Широкий международный резонанс получило, например, обнаруженное ташкентскими учеными **закономерное изменение содержания радона** в минеральных водах Ташкентского артезианского бассейна («Земля и Вселенная», № 3, 1968, с. 23—30.—Ред.).

На Дальнем Востоке нашей страны, в зоне перехода от континента к океану, сильные землетрясения бывают примерно в 10 раз чаще, чем в остальных районах СССР. А землетрясения такой силы, как Ташкентское, случаются здесь каждый месяц. Согласно модифицированной гипотезе о движении материков, подвигающаяся под Азиатский континент Тихоокеанская плита встречает на своем пути горные породы континента, приподнимает их, разрушает и разрушается сама. Сильные землетрясения приурочены к контакту плит в районе Курильских островов и Камчатки.

Изучение предвестников землетрясений в этом районе смыкается с исследованием режима вулканов. Ученые показали, что **моменты из-**



■ *Работы по поиску предвестников землетрясений и извержений вулканов развернуты в Курило-Камчатской зоне, где встречаются и противоборствуют в своем вековом движении Тихоокеанская плита и Азиатский континент*

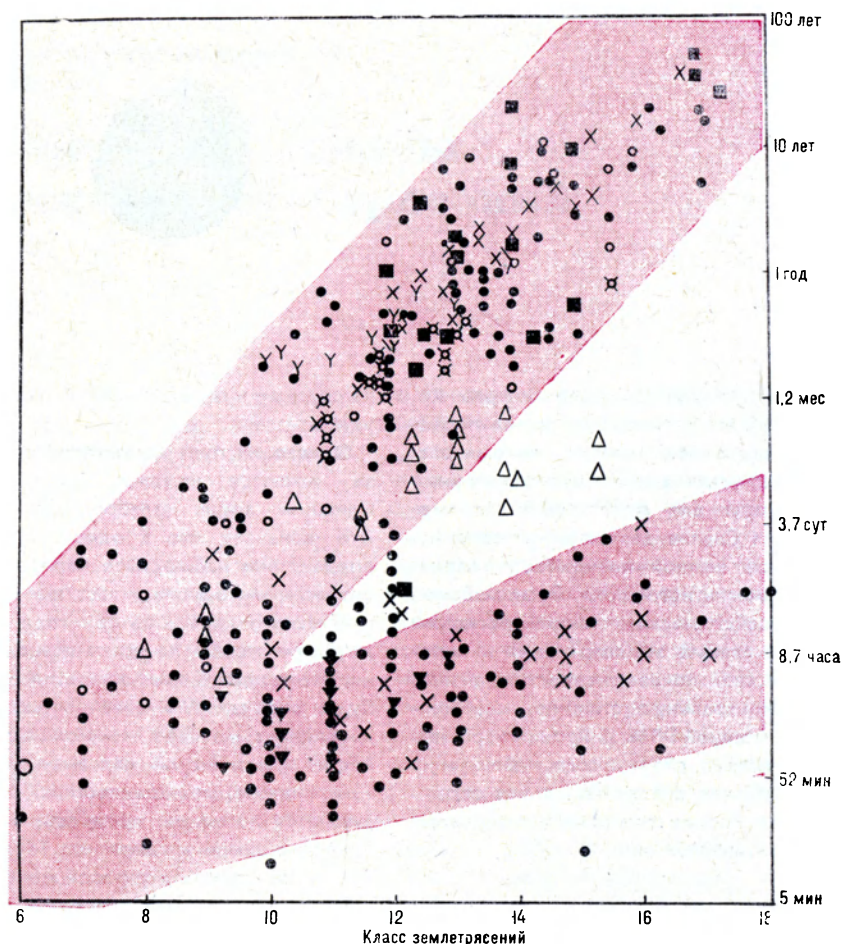
■ *Выделение краткосрочных предвестников землетрясений с помощью ЭВМ. Нижние кривые — электрическое поле Земли, измеренное на Камчатке. Полученные на ЭВМ всплески верхней кривой указывают на предстоящее землетрясение. Цифры в кружках соответствуют энергетическим классам землетрясений*

вержений вулканов и крупных землетрясений взаимосвязаны. Например, извержение вулкана Толбачик на Камчатке в 1975 году («Земля и Вселенная», № 4, 1976, с. 39—48.—Ред.) было предсказано сотрудниками Института вулканологии по резкому увеличению числа слабых землетрясений в районе будущего прорыва магмы.

Изучение распределения землетрясений Курило-Камчатской зоны, ведущееся более десятилетия, позволило установить, что сильнейшие землетрясения возникают там, где они долго не наблюдались. Именно такие сейсмические «дыры» представляют наибольшую опасность.

Одновременно изучаются разнообразные предвестники часто возникающих более слабых землетрясений. Область, где они сосредоточены, регулярно «просвечивается» сейсмическими волнами от искусственных взрывов («Земля и Вселенная», № 3, 1969, с. 70—73.—Ред.). В результате удалось обнаружить, что перед землетрясением сейсмическая волна медленнее пробегает расстояние от места взрыва до приемной станции. Этот эффект вызывается разуплотнением горной породы в районе очага готовящегося землетрясения.

Накопление механических напряжений в толще земли перед сейсмическим ударом приводит к искажению электрического и магнитного полей Земли — очаг как бы сигнализирует людям о грозящей опасности. Однако эти сигналы чрезвычайно слабы. Они маскируются разнообразными помехами искусственного и естественного происхождения, особенно большие помехи могут быть



- — Форшоки ■ — Периоды затишья X — Деформация земной коры
- ⌘ — Скорости сейсмических волн ○ — Геомагнитные вариации
- △ — Электротеллурическое поле ▽ — Градиент электрического потенциала атмосферы
- Υ — Электропроводность горных пород ρ — Содержание вадона в подземных водах

вызваны метеорологическими факторами. В ряде случаев выделить среди помех предвестники готовящегося землетрясения можно с помощью ЭВМ, которые хранят в своей памяти «образы» различных шумов, позволяют распознавать и ис-

Среди множества зарегистрированных предвестников землетрясений выделяются две ветви — долгосрочные предвестники и краткосрочные. На оси ординат отложены периоды времени от момента появления предвестника до землетрясения

ключать их из рассмотрения. Наблюдения земного электрического поля на Камчатке дали интересный результат — были обнаружены краткосрочные предвестники, возникающие за несколько дней до землетрясений. На Курилах неоднократно наблюдалось другое интересное явление: за 3—4 дня до землетрясения изменялся уровень воды в глубоких скважинах.

Исследование предвестников землетрясений развивается и в других странах. В США основные работы развернуты вдоль гигантского разло-



ма Сан-Андреас, рассекающего Калифорнию с севера на юг на протяжении более тысячи километров. Здесь установлены многочисленные приборы для регистрации перемещения бортов разлома, изучения наклонов земной поверхности, вариаций магнитного поля Земли. Более 300 сейсмических станций регистрируют слабые землетрясения и передают свои показания по телеканалам на центральную станцию, снабженную мощной ЭВМ. В Японии особенно интенсивно развиваются наблюдения в глубоких скважинах, а вся территория Японии покрыта густой сетью геодезических станций.

ТРУДНОСТИ НА ПУТИ К ПРОГНОЗУ

В настоящее время имеются сведения о десятках документально зарегистрированных предвестников сильных землетрясений. Когда сотрудники Института физики Земли АН СССР нанесли их на диаграмму, получилась удивительная картина: чем сильнее землетрясение, тем раньше появляется предвестник. Например, перед землетрясениями энергетического класса К-15—16, равносильными Ашхабадскому или Газлийскому, его можно обнаружить за несколько лет до сейсмической катастрофы. А перед землетрясениями средней силы, типа Ташкентского (К-14), предвестники наблюдаются примерно за год до толчка. Таким образом, имеется принципиальная возможность не только предвидеть заранее грядущее землетрясение, но по длительности интервала времени от момента появления предвестни-

ка судить и о силе сейсмического удара.

Однако на пути реального прогноза имеются немалые трудности. Слишком велик «разброс данных». Это означает, что в одном случае предвестник наблюдался перед землетрясением одного и того же энергетического класса за три года, а в другом — только за три месяца. Ясно, что предсказание землетрясения, будь оно сделано с точностью до нескольких месяцев, не может принести практической пользы. Кроме того, некоторые предвестники оказываются ложными: предвестник появился, а землетрясения нет. Так уже более двух лет под угрозой обещанного землетрясения находятся жители Лос-Анджелеса.

Некоторые надежды на более точный прогноз времени сейсмических катастроф дает выявленная в последнее время цепочка краткосрочных предвестников, наблюдающихся за несколько дней, часов и даже минут до землетрясения. Чаще всего этими предвестниками бывают изменения наклона земной поверхности, ускорения движения по разломам в земной коре, возмущения электрического поля.

Надежный прогноз места, времени и силы землетрясений вряд ли будет возможен без глубокого знания механизма подготовки землетрясений и природы предвестников. Большие надежды возлагаются здесь на моделирование землетрясений в лабораторных условиях с использованием специальных установок высокого давления. Именно моделирование показало, что землетрясение вызывается распространением ги-

гантской трещины в земле. Моделируя процесс подготовки микроземлетрясений в лаборатории, удалось получить почти все основные предвестники, отмечавшиеся в естественных условиях. Изменения скоростей сейсмических волн, деформаций, электрических и магнитных свойств пород объясняются последовательной сменой разных стадий процесса трещинообразования в материале моделей.

Работа продолжается. Нужно провести еще много опытов как в естественных, так и в лабораторных условиях. И каждый из них приближает день, когда можно будет объявить: «Внимание, сегодня во второй половине дня в пункте со следующими координатами... ожидается землетрясение. Вероятность землетрясения 95%. Сила в эпицентре 6 баллов. Разрушений не будет».

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В 1974—1975 годах сотрудники Института геологии Дагестанского филиала АН СССР Д. Г. Осика и А. Б. Мегаев проводили режимные наблюдения за изменчивостью химического состава подземных вод и газов Зурамакентских термальных источников в Дагестане. Изучая землетрясения, происходившие здесь в этот период, они установили, что на стадиях формирования очагов тектонических землетрясений ($K \geq 9$) химический состав термальной воды Зурамакентских источников сильно изменяется: минерализация воды

Доктор физико-математических наук
В. И. МЯЧКИН

Физические основы прогноза землетрясений

ОТ ИДЕИ О ВОЗМОЖНОСТИ
ПРОГНОЗА К МОДЕЛИ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Прогресс, достигнутый в понимании физических процессов, подготавливающих землетрясения, становится особенно заметным, если обратиться к истории. Еще в начале XX века сейсмологи, и среди них академик Б. Б. Голицын, высказывали идеи о возможности прогноза землетрясений. Они исходили из того, что с ростом напряжений и с накоплением в недрах Земли упругой энергии, необходимой для «производства» землетрясения, свойства горных пород изменяются. Такие изменения должны проявляться в специфическом деформировании земной поверхности, особом режиме слабых толчков, изменении скоростей пробега сейсмических волн через

В статье представлены две модели физического процесса, подготавливающего землетрясение.

толщу земных недр, электрических, магнитных и других явлениях.

С тех пор эти аномальные явления интенсивно изучались. И все же еще 11 лет назад ученые Института физики Земли АН СССР, выступавшие на страницах журнала «Земля и Вселенная», в том числе и автор этих строк, практически не могли рассказать о существенном продвижении ни в исследовании предвестников землетрясений, ни в понимании физики процесса подготовки землетрясений («Земля и Вселенная», № 6, 1967, с. 3—21.— Ред.). Несмотря на большие успехи, достигнутые к тому времени в изучении «сейсмическо-

го климата» (распределения и повторяемости землетрясений на земном шаре), признаки изменения «сейсмической погоды», сигналы надвигающихся подземных бурь были зарегистрированы лишь в единичных случаях. К тому же достоверность предвестников часто подвергалась сомнению. Однако именно во второй половине 60-х годов от общего понимания возможности существования предвестников удалось продвигнуться к доказательству их реальности и физической необходимости. Тогда же ученые СССР, США и Японии предложили развернутые программы изучения предвестников. В нашей стране по инициативе и под руководством академика М. А. Садовского начались поисковые исследования — от полевых наблюдений до лабораторно-модельных экспериментов.

В результате этих работ общие фи-

растет за счет резкого увеличения концентрации хлоридов Na, K и отчасти Ca, а иногда изменяется даже химический состав воды.

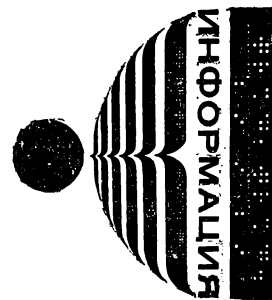
Наблюдения также показали, что при подготовке землетрясений растет и величина удельной электропроводности воды. При подготовке слабого землетрясения ($K=10$), очаг которого расположен не далее 5 км, изменение химического состава и увеличение электропроводности воды началось за трое суток до толчка. Своего максимума они достигли в день землетрясения (проба воды была сделана за 5 часов до сейсмического удара).

Геохимические методы позволяют предсказывать землетрясения слабой

и средней интенсивности с очагом, расположенным не далее 50 км от станций режимных наблюдений. Так при Киятлинском землетрясении в ноябре 1974 года ($K=14$), очаг которого находился в 60 км от станции, геохимическая аномалия и резкое увеличение электропроводности были обнаружены только в момент самого землетрясения и в течение нескольких часов после него.

Еще один количественный индикатор процессов формирования землетрясений — величину удельной электропроводности подземных минеральных вод — можно использовать для оперативного прогноза сейсмических толчков.

«Доклады АН СССР», 238, 3, 1978.

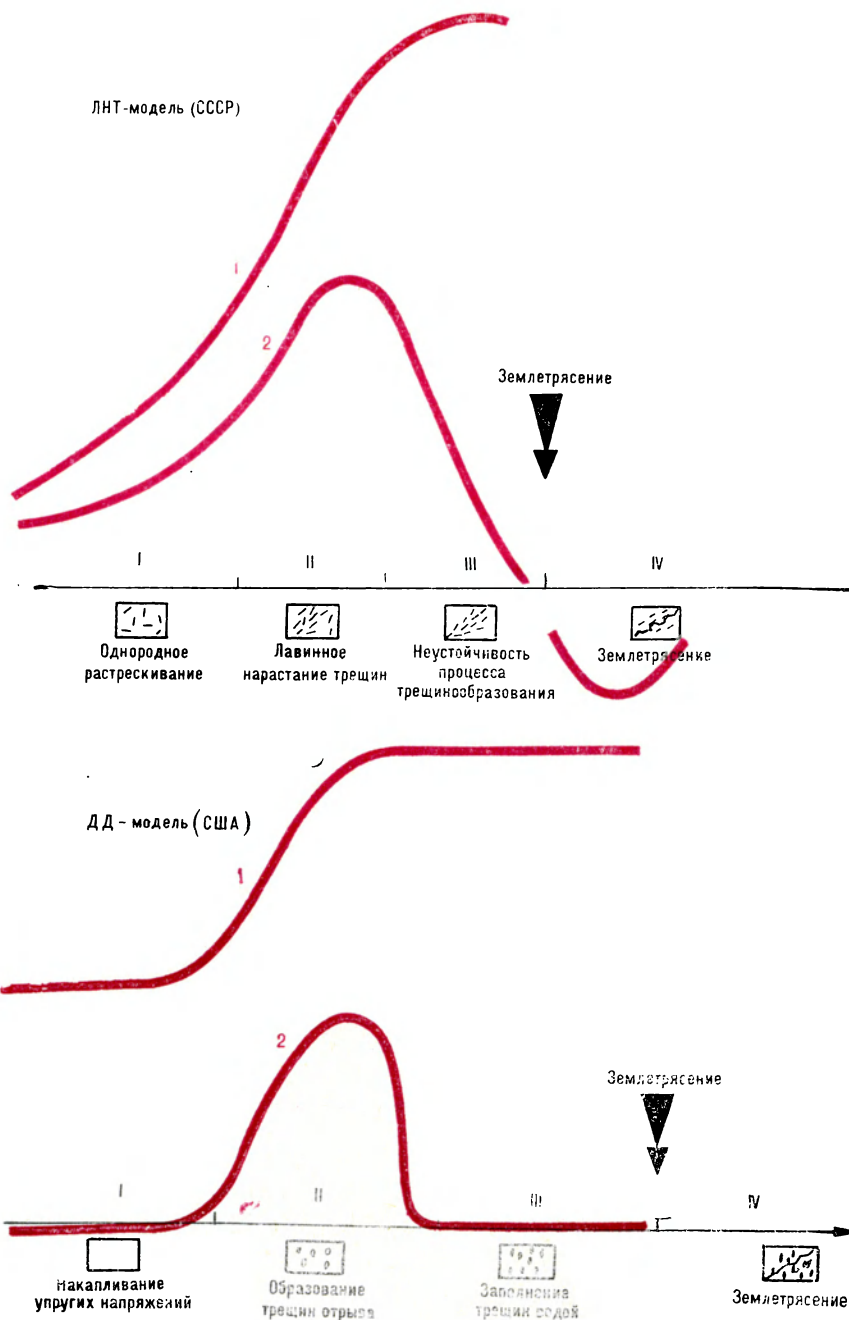


зические предпосылки прогноза сменялись качественными теориями подготовки землетрясений и даже появилась возможность создавать некоторые, хотя и частные, но все же количественные модели.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ТЕОРИИ

Теперь мы стали понимать роль важного процесса — **прогрессирующего «объемного» трещинообразования** перед магистральным разрывом горных пород, вызывающим землетрясение. Раньше считали, что разрыв, очаг землетрясения — это явление порогового типа, которое «включается», когда напряжение горных пород возрастает до величины, равной их критической прочности. Таким образом, задача прогноза сводилась к определению прямыми или косвенными методами величины и скорости изменения напряжений. Однако внешняя простота такого метода прогноза оборачивалась практически непреодолимыми трудностями. Действительно, как измерить напряжения в неоднородных горных массивах, простирающихся на сотни километров по поверхности и на десятки километров вглубь, как достичь необходимой точности измерений (ведь напряжения изменяются очень мало — едва ли более 0,1—1 бара в год), наконец, как определить величину критической прочности для неоднородных массивов и, вообще, что это за «критическая прочность» при сложном напряженном состоянии горных пород?

Фактические данные о предвестни-



ках землетрясений, исследование процессов разрушения на образцах горных пород и при моделировании землетрясений в лабораторных усло-

■ Так изменяются средние деформации горных пород (1) и средние

скорости деформации (2) в зоне растрескивания на разных стадиях процесса подготовки землетрясений согласно двум различным моделям. Время стадии II и III (период, когда наблюдаются предвестники) — несколько лет для сильных землетрясений и несколько месяцев или дней — для слабых

виях показали, что на самом деле образование магистрального разрыва не есть пороговый эффект. Между периодом накопления напряжений и окончательным этапом разрушения горных пород существует переходный процесс растрескивания. Природа подготовки землетрясения оказалась намного сложнее, но в то же время появилась надежда на создание способов прогноза времени, силы и места катастрофы.

Последовательное описание характеристик трещинообразования в течение переходного процесса, объяснение с их помощью уже известных предвестников и предсказание еще не обнаруженных явлений и составляет содержание качественных теорий подготовки землетрясений. Таких теорий, или моделей, процесса несколько. Здесь мы остановимся только на двух, появившихся в начале 70-х годов. Первая — это **модель лавинно-неустойчивого трещинообразования** (ЛНТ), развиваемая автором и его коллегами в Институте физики Земли АН СССР. Другая модель — **дилатантно-диффузионная** (ДД) предложена учеными США.

Рассмотрим процесс подготовки землетрясения с точки зрения этих двух теорий. Он проходит несколько стадий. Согласно модели лавинно-неустойчивого трещинообразования на стадии I под действием равномерно усиливающегося напряжения **число и размеры трещин в горных породах медленно нарастают**. Перед катастрофическими землетрясениями эта стадия длится сотни и тысячи лет, в то время как последующие стадии — всего около де-

сятка лет. При переходе от стадии I к стадии II «среднее» расстояние между трещинами уменьшается и они начинают взаимодействовать. **Число трещин быстро, «лавиноно» растет**. Поле напряжений внутри области подготовки землетрясения становится неоднородным, а это приводит к тому, что в процесс вовлекаются новые «эшелоны» трещин и затормаживается развитие тех, которые оказались в местах ослабленных напряжений. Скорость деформации резко возрастает, а следовательно, средние макронапряжения в занятом трещинами объеме начинают ослабевать. Разрушающийся объем заключен внутри еще большего объема, который как бы принимает часть нагрузки от ослабленной, растрескивающейся части, где зарождается разрыв.

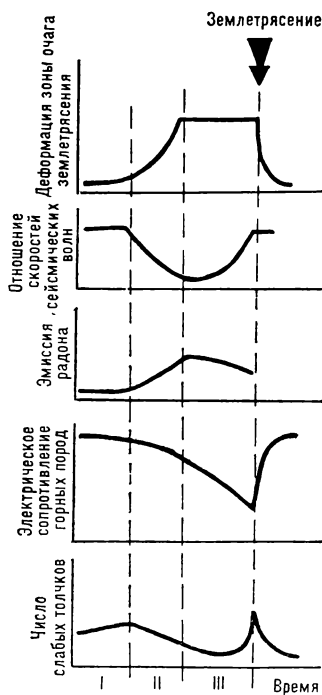
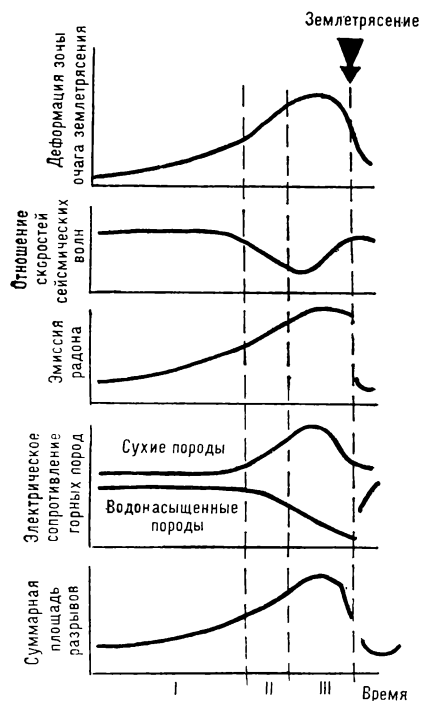
Однако процесс трещинообразования неустойчив и не может продолжаться во всем объеме. Он должен или затухнуть или **сконцентрироваться в узкой зоне** (стадия III), где формируются несколько больших трещин. В это время на периферии трещины перестают развиваться, закрываются, частично как бы «закрываются». Отдельные трещины в узкой зоне объединяются и образуется магистральный разрыв. Он резко сбрасывает оставшиеся напряжения, возникают мощные упругие волны, происходит землетрясение...

С точки зрения дилатантно-диффузионной модели на стадии I **накапливаются лишь упругие напряжения**, на стадии II **появляются и раскрываются трещины отрыва**, образующие пустоты. Объем дилатирует, то есть увеличивается за счет этих

пустот: ранее насыщенная водой порода обсушивается и упрочняется, так как увеличивается эффективное давление (разность между всесторонним и поровым давлением) на ее скелет. На стадии III за счет диффузии воды в образовавшийся пористый объем **прочность пород снова понижается** и в тот момент, когда она уравнивается с нарастающим внешним напряжением, происходит скалывание породы — начинается землетрясение. Обе теории подготовки землетрясений подробно излагались в совместной публикации советских и американских ученых, ведущих работы в рамках советско-американских исследований по прогнозу землетрясений, а в последнее время даже намечаются пути объединения этих двух теорий.

Обе теории могут объяснить поведение предвестников, если проводить измерения непосредственно в зоне подготовки землетрясения. Такие характеристики, как общая деформация поверхности, скорость сейсмических волн и отношение скоростей поперечных и продольных сейсмических волн, а также эмиссия радона и электрическое сопротивление горных пород перед землетрясением ведут себя почти одинаково в рамках обеих моделей и совпадают с данными наблюдений. На стадии II это совпадение естественно, так как объясняется одним и тем же эффектом — резким ростом числа трещин. На стадии III отношение скоростей упругих волн как бы восстанавливается, деформация почти не изменяется. Последнее по ЛНТ-модели можно объяснить закрытием трещин в большей части объема, по ДД-модели — заполнением пустот водой.

Существенное различие этих двух моделей процесса выявляется в поведении слабых толчков, поступающих из района подготовки сильного землетрясения. Согласно ДД-модели на стадиях II и III должно наблюдаться затишье — уменьшение числа толчков — и лишь непосредственно перед главным землетрясением появляются форшоки (удары, происходящие до главного толчка).



С точки зрения ЛНТ-модели на стадиях II и III суммарная энергия слабых толчков и суммарная площадь разрывов, образующихся при этих толчках, увеличиваются и лишь затем наступает относительное затишье. В основе такого несовпадения лежит различный подход к процессу трещинообразования. Согласно ЛНТ-модели, землетрясение — сдвиговый динамический разрыв, и готовится он подобными разрывами-трещинами, но меньшего размера. С точки зрения ДД-модели, сдвиговые разрывы при землетрясениях готовятся отрывными трещинами, а слабые толчки, так же как и сильные, — следствие этих отрывных трещин.

■ *Временной ход предвестников на разных стадиях подготовки землетрясений согласно двум различным моделям. Большинство предвестников ведут себя одинаково в рамках обеих моделей. Расхождение нижней пары кривых объясняется тем, что в основе двух моделей лежит различный подход к процессу трещинообразования*

Только что описанные предвестники обнаруживаются в течение периода, измеряющегося месяцами и годами, и этот период тем больше, чем сильнее готовится землетрясение. Эти предвестники можно назвать «нормальными» или «долговременными». А как быть с краткосрочными предвестниками, которые, по сообщениям наблюдателей, регистрируются за несколько дней или даже часов до главного толчка?

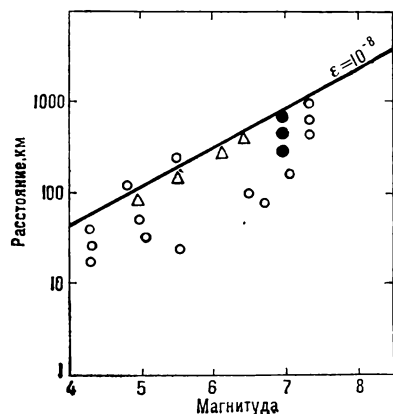
В теории ЛНТ и для них есть место — это реакция среды на «вспарывание» перемычек между стартовыми разрывами в узкой зоне. По сути дела это тот же процесс, который предвещает крупные форшоки при объединении пары или нескольких больших трещин. Некоторые краткосрочные предвестники объясняются медленным разгоном магистрального разрыва, который может проходить отдельными приступами. При этом излучаются упругие волны, правда, очень больших периодов. Иногда такие волны фиксируются за несколько минут до главного толчка.

Описывая процесс подготовки землетрясений, мы обращали главное внимание на механику процесса. Интереснейшие и, по-видимому, чрезвычайно перспективные для прогноза электромагнитные явления, сопровождающие подготовку землетрясений, мы не рассматривали. Пока еще очень мало надежных данных об этих явлениях: лабораторные исследования весьма трудоемки и потому малочисленны, а теория связи между трещинообразованием и электромагнитными процессами по сути дела только зарождается.

О КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МОДЕЛЯХ ПРЕДВЕСТНИКОВ

Строгая математическая теория подготовки землетрясений должна объяснить, как с течением времени в реальной среде развивается ансамбль трещин. Здесь делаются пока лишь первые шаги. Для практических целей, например, для оценки максимальных и минимальных параметров возможных предвестников или выяснения зависимости их интенсивности от расстояния до области подготовки землетрясения можно применять расчетные модели, где часть параметров известна или принимается известной. Так по ширине трещин и их густоте удалось рассчитать возможные изменения скоростей сейсмических волн в различных горных породах. Обычно эти изменения порядка 1%, хотя при некоторых условиях достигают 10%.

Для постановки прогнозных наблюдений важно оценить, на какой площади в зависимости от энергии будущего землетрясения можно зафик-



сировать деформации земной поверхности, а также другие явления, связанные с деформацией земных пластов (например, изменение уровня воды в скважинах, электрического сопротивления горных пород или скоростей распространения упругих волн). Естественно, все эти явления должны наблюдаться там, где образуются трещины. Но как быть, если эта область сравнима по размерам с самим разрывом в очаге землетрясения? Ведь это означает, что подготовку даже очень сильного землетрясения с энергией более 10^{16} Дж (при разрыве длиной около 50 км) мы можем не заметить, если разнесем станции наблюдений дальше, чем на 50—100 км. Однако, как уже отмечалось, породы, окружающие область растрескивания, принимают с ней часть нагрузки. Это перераспределение напряжений и вызываемые им деформации поверхности, которые условно можно назвать вторичными предвестниками, поддаются расчету.

■ Теоретическая зависимость максимального расстояния, на котором могут регистрироваться деформации земной поверхности, равные 10^{-8} , от магнитуды ожидаемого землетрясения (прямая линия). Различные предвестники, связанные с проявлением деформации, обозначены разными значками. Круги — геохимические предвестники (эмиссия радона, гелия, хлора и т. д.), треугольники — наблюдения за земными токами, черные круги — изменение электросопротивления горных пород

По изменению модуля упругости среды, взятого из данных наблюдений, решается математическая задача о деформировании поверхности Земли, вызванной изменением напряженного состояния. Решение этой задачи приводит к интересному и важному результату. Оказывается, деформации поверхности ощутимы на расстояниях, превышающих размер области подготовки землетрясения в 5—10 раз. Кроме того, в некоторых направлениях они меняют знак и, следовательно, при неудачной расстановке приборов их невозможно обнаружить даже вблизи готовящегося очага землетрясения.

Можно рассчитать, на каких максимальных расстояниях от готовящихся землетрясений различной энергии можно зафиксировать деформации земной поверхности. Существенно, что расчетные данные хорошо совпадают с наблюдательными.

Несмотря на очевидные достижения, мы все еще далеки от всестороннего и глубокого понимания физики очага землетрясений. Нет сомнений, что прогноз землетрясений возможен, но для того, чтобы он стал реальностью, нужно преодолеть много трудностей. Главные из них — технические: необходимо создать такую систему наблюдений, чтобы по крайней мере несколько землетрясений со всеми особенностями предваряющих их явлений можно было детально зафиксировать и проверить по ним имеющиеся теории. Не обойтись, конечно, и без тщательных и всесторонних лабораторных исследований процессов разрушения горных пород.



СЕЙСМИЧЕСКАЯ АНИЗОТРОПИЯ ЗЕМНЫХ НЕДР ПОД ОКЕАНОМ

Анизотропия упругих свойств в некоторых районах океанической верхней мантии — в настоящее время доказанный факт. Данные о сейсмической анизотропии можно использовать для изучения тектонических напряжений, а также свойств и строения среды. Экспериментальное изучение сейсмической анизотропии в Мировом океане показало, что скорость продольных мантийных волн периодически зависит от азимута, а коэффициент анизотропии изменяется в зависимости от района. Однако имеющихся прямых данных недостаточно, чтобы судить о повсеместности этого эффекта в земной коре и верхней мантии под океанами.

Сотрудники Института физики Земли АН СССР Е. М. Чесноков и М. Баумбах провели статистический анализ величин скорости продольных волн, полученных методом глубинного сейсмического зондирования. Он показал, что скорость сейсмических волн в третьем слое океанической земной коры под Тихим океаном в среднем не зависит от азимута. Следовательно, выявленная некоторыми исследователями анизотропия не есть, вероятно, общее свойство земной коры в Тихом океане, а скорее всего, носит локальный характер. В Атлантическом океане сейсмическая анизотропия верхней мантии достоверно не выявлена. Повидимому, это связано с тем, что здесь проводилось мало измерений мантийных волн. В Индийском океане число данных также недостаточно для их статистической интерпретации.

«Доклады АН СССР», 240, 5, 1978.



Кандидат географических наук

Г. И. РЕЙСНЕР

Геологический прогноз землетрясений

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ...

Мы долго помним сухие газетные строчки сообщений о крупных землетрясениях: тысячи убитых и раненых, полностью разрушенные города и селения, ущерб, измеряемый в колоссальных цифрах. Но особенно остро ощущаешь мощь этой стихии, когда видишь пострадавшие районы собственными глазами. Местами они напоминают угнетающие картины сюрреалистов: интерьеры квартир, отнюдь не предназначенные для всеобщего обозрения; фрески старинных церквей на ярком солнечном свету; двери, ведущие в никуда; освещенное изнутри окно собора — боковой стены собора уже не существует. А позже видишь пустыри на месте разрушенных домов, усыпанные кирпичами, кусками труб и другими уже ненужными атрибутами человеческого жилья... Таковы последствия крупных землетрясений, которые случаются ежегодно на разных континентах и которые будут происходить и в следующем году, и через десятки и сотни лет. И людям вовсе не безразлично, где и какой силы произойдет землетрясение. Мы не можем покорно ждать новых ударов — нужно научиться им противостоять. Значит, в первую очередь следует научиться прогнозировать место и силу будущих толчков. А для этого необходимо знать те конкретные условия, при которых землетрясения возникают.

ПУЛЬС ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ

Взглянув на карту распределения землетрясений по земному шару,

Место и силу будущего землетрясения можно предсказывать по геологическим признакам территории, где оно может произойти.



сразу же замечаешь, что землетрясения не происходят повсюду равномерно, а приурочены к определенным территориям, например, к тихоокеанскому или средиземноморскому поясам. Поясы эти отличаются

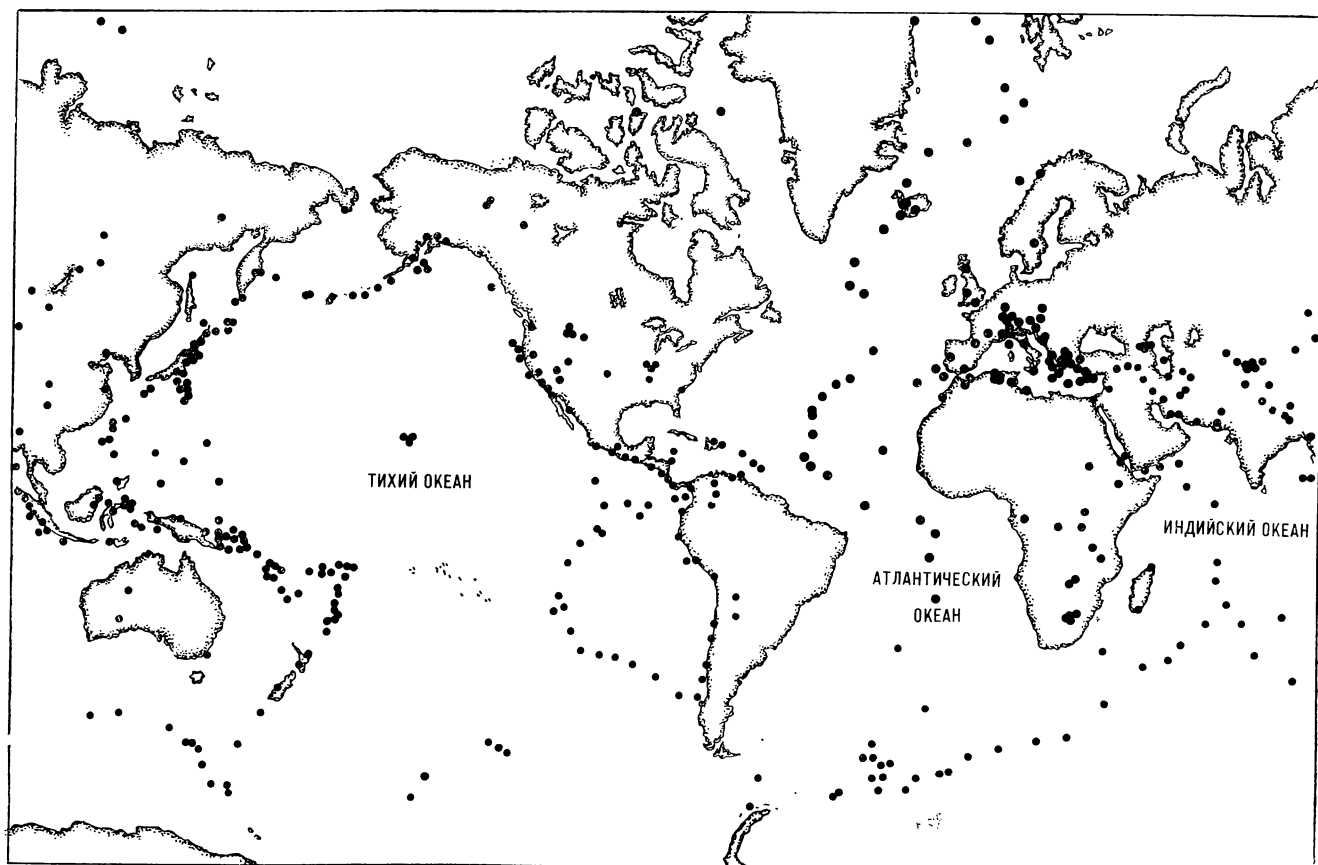
ся еще и сильной вулканической деятельностью, контрастным горным или подводным рельефом. Следовательно, землетрясения тесно связаны с геологической жизнью Земли и служат лишь одним из ее проявлений. Недаром говорят: «землетрясение — это пульс нашей планеты». Значит, геологические данные и методы могут прояснить многие вопросы, связанные с прогнозом места, где возникнут землетрясения определенной силы.

На это обстоятельство неоднократно указывал академик Г. А. Гамбурцев, поставивший проблему прогноза места и силы землетрясений на подлинно научную основу. В 1955 году он писал: «Превалирование методов сейсмостатики при современном состоянии сейсмологии неизбежно. В дальнейшем, по мере накопления наших знаний о природе землетрясений и об условиях их возникновения, роль сейсмостатики должна уменьшаться и, соответственно, главное значение должны получить твердо обоснованные физические и геологические критерии сейсмичности. В этом — основная задача развития методов сейсмического районирования».

На первый взгляд задача как будто бы проста. Стоит изучить конкретные геологические условия мест возникновения землетрясений определенной силы, затем найти на Земле районы точно с такими же условиями, но где землетрясения еще не происходили, — и с прогнозом места и силы подземных ударов не будет никаких проблем.

Однако эта простота иллюзорна — на каждом отрезке пути один за

■
Руины собора в поселке Венцоне (Северная Италия) после землетрясений 6 мая и 15 сентября 1976 года
Фото автора



другим возникают препятствия, как перед бегуном на длинную дистанцию с барьерами. Первый «барьер» вполне очевиден: землетрясения происходят на разных глубинах — от нескольких километров до нескольких сот километров. Но если даже сузить рамки исследования глубинами 30—50 км, то есть ограничиться верхней оболочкой Земли — земной корой, мы опять натолкнемся на препятствие. Действительно, что же известно о конкретных условиях на такой глубине? Пожалуй, только одно: эти условия различны и меняются быстро на коротких дистанциях. Значит, с идеей прямого описания конкретных геологических условий в местах возникновения землетрясений, как это ни жаль, придется расстаться.

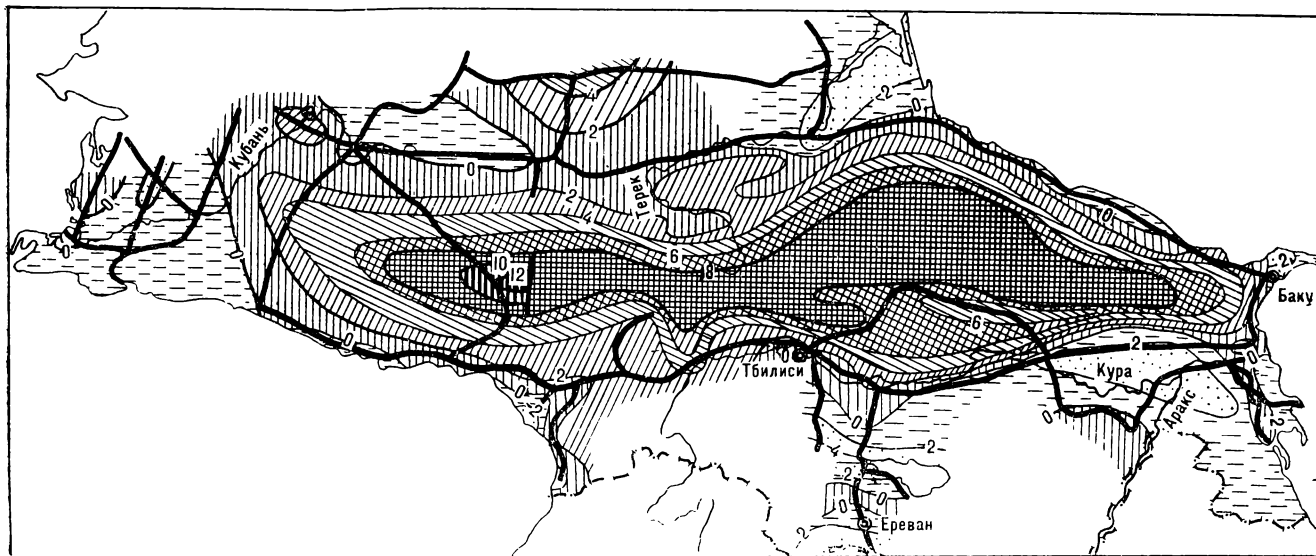
Однако выход из положения все же есть. Достаточно твердо установ-

лена связь между процессами, происходящими в недрах Земли, и тем, что мы наблюдаем на ее поверхности. Следовательно, появляется возможность косвенным путем оценить условия, при которых землетрясения происходят. Но тут возникает новый барьер. Описывая геологическую ситуацию даже на небольшой по размерам территории, мы сталкиваемся с «широким спектром» геологических признаков. Это — и состав пород, и их возраст, и степень раздробленности, и наличие деформаций в виде складок и разрывов, и характер рельефа и т. д. Геологические при-

■ *Главные сейсмические поясы земного шара. Черные кружки — эпицентры сильных землетрясений, происшедших в 1974 году*

знаки меняются на каждом шагу, а особенно в горных областях, где чаще всего и случаются землетрясения. Можно утверждать, что конкретное геологическое описание, сделанное по многим признакам, свойственно только данному месту, и найти другое, точно такое же место, невозможно. Значит, какие-то признаки нужно исключить из рассмотрения, иначе прогноз места и силы землетрясений неосуществим.

Ситуация напоминает имеющуюся у криминалиста коллекцию признаков человеческого лица — различные прически, формы носа, ушей, рта, подбородка, по которым необходимо воспроизвести то единственное лицо, которое в данном случае интересует следствие. Шаг за шагом, перебирая комбинации этих признаков, криминалист создает портрет.



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Для того, чтобы ограничить число геологических признаков, необходимых для создания образа очага сильного землетрясения, нужно прежде всего понять, что же представляет собой такой очаг. Сейчас хорошо известно: очаг землетрясения — это трещина, разрыв сплошности пород, возникший под воздействием тектонических сил («Земля и Вселенная», № 6, 1967, с. 16—18.—Ред.). Следовательно, наиболее важными геологическими признаками для описания эталонных учебных районов, где произошли землетрясения, будут характеристики, отражающие свойства среды и активность геологического процесса.

Свойства среды не остаются постоянными даже в пределах одного и того же района — они формируются в процессе геологического развития территории. Отличаются они и в разных участках земной коры, «переживших» различную историю и находящихся на разных стадиях эволюции. Свойства эти неодинаковы на геологически малоподвижных структурах (например, на древних щитах, где первичные осадочные породы изменялись под действием высоких

температур и давлений и смяты в складки миллиарды лет назад) или на платформах, где такие же процессы происходили позже — сотни миллионов лет назад, или в еще более молодых областях — складчатых зонах. На щитах и платформах среда, грубо говоря, «жестче», она может только ломаться под воздействием тектонических напряжений, тогда как в молодых складчатых областях среда «мягче», податливее и может подвергаться пластическим деформациям. Однако даже в пределах, казалось бы, единых областей свойства среды сильно различаются: кристаллическое ядро центрального Кавказа, например, имеет иные свойства, чем сложенное юрскими сланцами ядро восточного Кавказа или область развития вулканических образований на территории Армении. Эти три района внутри одной и той же молодой складчатой области имели разную историю геологического развития.

■ Карта современных вертикальных движений (Кавказ). На изолиниях показаны величины положительных и отрицательных перемещений земной поверхности (миллиметры в год). Вдоль черных жирных линий проводились наблюдения

Разделение территории по свойствам среды схематично отображается на картах историко-тектонического районирования. Но одной этой группы признаков мало. Хорошо известно, что равнинные пространства Казахстана и горный Тянь-Шань испытывали складчатые деформации, однако сильные землетрясения происходят только в Тянь-Шане. Объясняется это тем, что Тянь-Шань — область, где несколько десятков миллионов лет назад интенсивные тектонические движения возобновились. Значит для прогноза землетрясений нужно изучать интенсивность геологического процесса во времени.

Сейчас разработаны геологические методы, с помощью которых оценивают суммарные амплитуды (или скорости) тектонических движений в разные отрезки геологического времени. В качестве примера можно указать на карты новейших тектонических движений. Они отражают (в линиях равных амплитуд поднятий и опусканий) деформации исходной горизонтальной поверхности в течение нескольких десятков миллионов лет. Существуют карты, где приведены оценки скоростей движений поверхности за более короткие сроки — десятки лет. Сравнивая такие карты, можно оценить тенденции



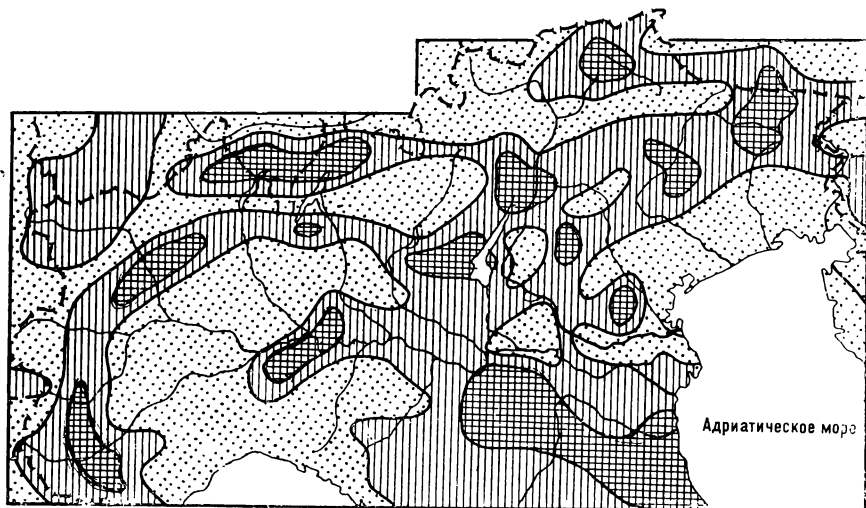
геологической деятельности на той или иной территории и определить, развивается ли она примерно так же, как и раньше, или режим тектонических движений на этой территории перестраивается.

ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Теперь все как будто бы ясно. Есть районы, где уже произошли крупные землетрясения, есть известный набор геологических признаков, с помощью которых нужно описывать эти эталонные районы. Теперь можно заняться прогнозированием, то есть искать территории, совпадающие по описанию с эталонными, но где крупные землетрясения еще не происходили.

И тут возникает очередной барьер. А все ли признаки геологического описания одинаково важны? Может быть, они имеют разный вес, разную связь с силой землетрясения? И, может быть, вес разных геологических признаков меняется от места к месту? Да, это именно так, иначе и быть не может. Работы последних лет ясно показали, что с точки зрения оценки сейсмической опасности информативна лишь сравнительно небольшая группа признаков, и каждый из них имеет разный вес.

Здесь будет уместна аналогия с автомобилем, состоящим из множества деталей. Но только некоторые из них, основные, позволяют считать его автомобилем, а не паровозом или какой-нибудь другой машиной. Образ автомобиля в конце XX века создавать не нужно. А вот образ очага сильного, среднего или слабого землетрясения создавать необходимо.



Перебирая большое количество геологических признаков, учитывая их важность и значимость, компьютеры создают учебные геологические образы.

Комплексная работа, выполняемая геологами и сейсмологами совместно с математиками, позволяет определять вес различных геологических признаков, например, в прогнозировании энергии — магнитуды землетрясения. Такая работа сделана для территории Кавказа. И если мы имеем описание какого-либо участка Кавказа с помощью этих признаков, то можно подсчитать, какова максимальная магнитуда возможного землетрясения в пределах данного участка.

Теперь возникает задача: как проверить предсказанное значение магнитуды? Сделать это можно двумя способами. Первым способом — зарегистрировать землетрясения и сравнить их магнитуду с данными прогноза. Это — долгий путь, ведь сильные

землетрясения происходят, к счастью, нечасто. Второй способ — косвенный: использовать полученные для Кавказа данные при подготовке **прогнозной карты** в другом районе. Но при этом нужно соблюдать некоторые «правила игры». Во-первых, новый район должен быть геологически схож с Кавказом и, во-вторых, для описания района нужно брать те же самые геологические признаки. Так,

■ Таков вклад некоторых геологических признаков территории в магнитуду землетрясений, ожидаемых на этой территории

■ Карта прогнозных значений магнитуд землетрясений, ожидаемых в Северной Италии. Области, где ожидаются землетрясения с магнитудой 4, обозначены точками, с магнитудой 5 — вертикальными линиями, с магнитудой 6 — клеткой

Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
В. М. ЖОЛОбОВ

«Салют-5»: технологические эксперименты

используя «образ» землетрясений Кавказа, удалось построить прогнозную карту Карпатского региона. Она интересна тем, что имитирует прогноз землетрясений, которые уже произошли на Карпатах. В этом и заключается проверка задачи. С другой стороны, та же карта прогнозирует и будущие события. Проверка была удачной — в основном все уже происшедшие на Карпатах землетрясения «оказались на своих местах». Аналогичная прогнозная карта составлена для Северной Италии. Интересно, что ее составили за две недели до того катастрофического землетрясения в районе Фриули, последствия которого показаны на фотографии в начале статьи. Прогноз оказался верным.

Итак, можно считать, что прогноз места и силы землетрясений по геологическим данным сейчас разработан уже более или менее надежно. Прогнозные карты позволяют давать рекомендации, где опасно, а где безопасно возводить плотины, строить заводы, жилые дома.

Достижения советской школы сейсмогеологов значительны и занимают достойное место в мировой науке. Недаром именно советские эксперты принимали активное участие в Балканском сейсмическом проекте ЮНЕСКО («Земля и Вселенная», № 5, 1972, с. 32—39.—Ред.), в геологическом обосновании сейсмического районирования социалистических стран, а также в ряде других международных проектов.

Уникальные условия в космосе открыли возможность развития космической технологии. Советские космонавты успешно проводят технологические эксперименты на борту долговременных орбитальных станций «Салют».

С 7 июля по 24 августа 1976 года космонавты Б. В. Воинов и В. М. Жолотов, а с 7 по 25 февраля 1977 года космонавты В. В. Горбатко и Ю. Н. Глазков проводили на орбитальной станции «Салют-5» различные эксперименты и исследования — медико-биологические, биологические и физические. Самостоятельная часть программы — изучение различных физических процессов и некоторых технологических операций в условиях орбитального полета с использованием уникальных космических условий: длительного состояния, близкого к полной невесомости (полная невесомость нарушается за счет малых ускорений, возникающих при орбитальном полете космического аппарата, при изменении скорости движения самого аппарата, включении двигателей, перемещении космонавтов и т. д.), наличия за бортом глубокого вакуума, высоких и низких температур, космической радиации. На Земле одновременная реализация таких параметров в течение длительного времени невозможна.

В этих условиях многие физические процессы протекают иначе, чем на Земле. Практически отсутствует сила Архимеда. В результате могут находиться в равновесии смеси, существ-

ование которых в земных условиях невозможно, так как любая смесь расслаивается вследствие разного удельного веса ее компонентов. Ослабляется или отсутствует конвекция (мощный механизм массо- и теплопереноса на Земле), которая приводит к ухудшению качества полупроводниковых, оптических и других материалов. Значительно возрастает роль внутримолекулярных сил — таких, как поверхностное натяжение. Они приводят к специфическому поведению жидкости, особенно при фазовых переходах из твердого состояния в жидкое и из жидкого в газообразное. Открываются принципиальные возможности производства материалов, которые вообще нельзя получить на Земле (полупроводниковые кристаллы с заданным распределением примесей, композиционные и эвтектические материалы необычного состава, различные медико-биологические препараты). **Композиционные материалы**, или композиты, — это искусственно созданные материалы, которые состоят из основного связующего материала и прочного армирующего наполнителя. Композиты прочнее, чем образующие их компоненты, а их удельный вес меньше.

Эвтектика — тонкая смесь твердых веществ, которая кристаллизуется при температуре ниже температуры плавления любого из компонентов или любых других смесей этих компонентов. Сплавы такого типа часто образуются из элементов, сильно отличающихся друг от друга (например, в сплав Вуда входят висмут, свинец, олово, кадмий).

Первый технологический эксперимент на околоземной орбите был

проведен в СССР в 1969 году на корабле «Союз-6». С помощью установки «Вулкан», созданной в Институте электросварки имени Е. О. Патона, летчики-космонавты СССР Г. С. Шонин и В. Н. Кубасов отрабатывали в невесомости различные способы сварки металлов.

Эту работу в 1975 году во время полета станции «Салют-4» продолжили летчики-космонавты СССР П. И. Климух и В. И. Севастьянов. Они восстановили методом испарения металла в вакууме алюминиевое покрытие зеркала солнечного телескопа. Отражательная способность зеркала значительно улучшилась. Затем они исследовали поведение жидкости в условиях невесомости.

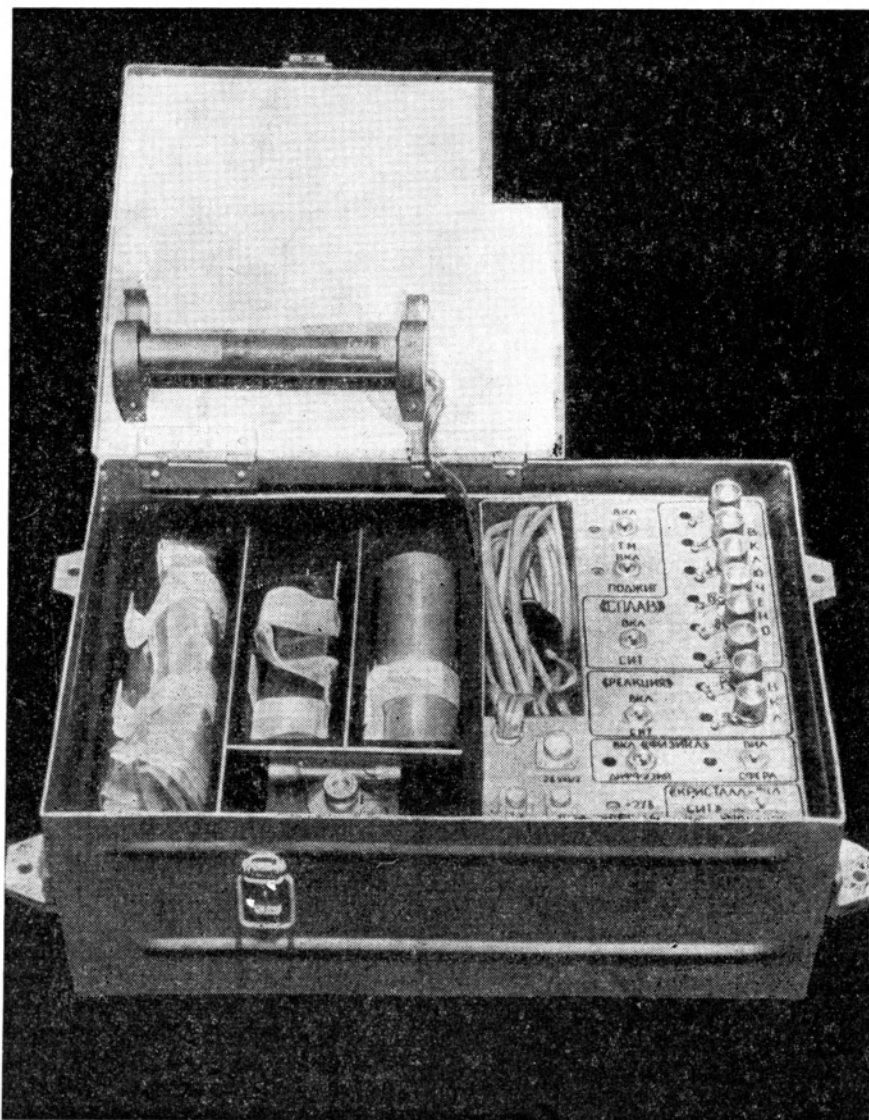
Технологические эксперименты выполнялись и при совместном полете кораблей «Союз» и «Аполлон». В эксперименте «Универсальная печь» изучалась возможность получения композиционных материалов (на примере смеси порошка алюминия с шариками из вольфрама) и монокристаллов полупроводников с равномерным распределением примеси (германий с добавками кремния).

Для проведения технологических исследований на станции «Салют-5» был разработан комплект приборов «Физика» (в состав которого входили самостоятельные приборы «Сфера», «Поток», «Диффузия»), «Кристалл», «Реакция».

При подготовке к полету космонавты постигали теоретические основы экспериментов, изучали кристаллографию, металлофизику и другие дисциплины. Знакомились с аппаратурой в процессе ее разработки, делали замечания и давали предложения

по усовершенствованию приборов. Такие рекомендации имеют практическую ценность, поскольку у космонавтов есть большой опыт работы в невесомости. Рекомендации космонавта зачастую существенно влияют не только на конструктивные ре-

■ *Прибор «Физика», в состав которого входят приборы «Сфера», «Поток», «Диффузия» и пульт управления комплектом технологической аппаратуры*



шения, но и на методику проведения экспериментов.

При разработке бортовой аппаратуры характерно стремление максимально автоматизировать все процессы, освобождая космонавта от проведения лишних операций. Однако человек обладает такими качествами, которые еще много лет, а может быть, и всегда будут недоступны самым совершенным автоматическим системам. Автомат уже сейчас может реагировать на некоторые внешние факторы, воспринимать и перерабатывать информацию, а затем вы-

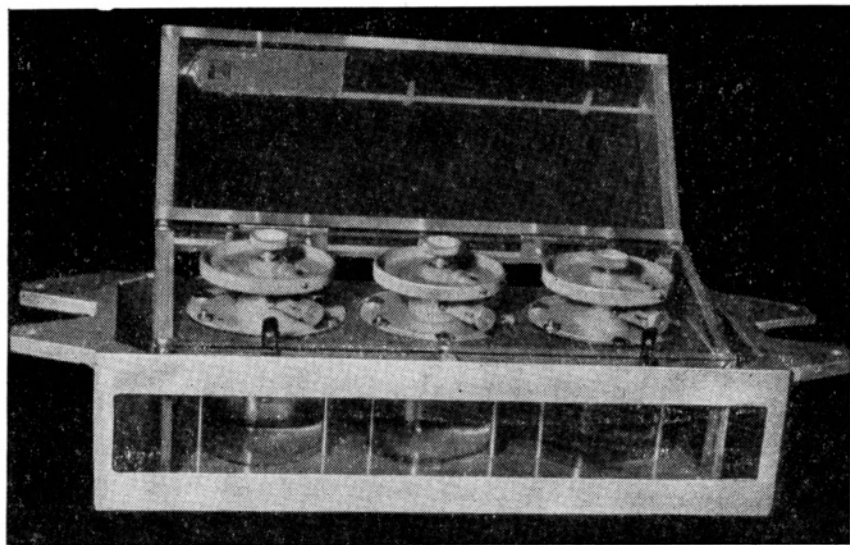
давать результаты. Но чаще всего автомат реагирует только на заранее предусмотренные человеком изменения ситуаций. Как правило, лишь человек способен быстро оценить сложившуюся обстановку, активно вмешаться в нее и, если необходимо, устранить неисправность.

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Особенности роста кристаллов из водных растворов исследовались на борту орбитальной научной станции «Салют-5» в эксперименте «Кристалл», который ставил Институт кристаллографии АН СССР. Интерес к изучению кристаллизации вызывается отсутствием в невесомости естественной конвекции. На Земле она приводит к колебаниям скорости роста и состава кристалла. В космосе этого нет, поэтому можно ожидать, что качество кристаллов, полученных в космосе, будет более высоким.

Прибор «Кристалл» — воздушный термостат с тремя кристаллизаторами (каждый объемом около 100 см^3), в которые был залит пересыщенный водный раствор алюмокалиевых квасцов. Выбор квасцов в качестве исследуемого материала объясняется тем, что особенности их роста на Земле тщательно изучены, кроме того, квасцы достаточно быстро растут. Для начала процесса кристаллизации в каждый из растворов вводились небольшие пластинки, вырезанные из выращенных на Земле кристаллов, — затравочные кристаллы. В процессе роста регистрировалась температура в кристаллизаторах.

Эксперимент «Кристалл» проводился в три стадии. Опыт в первом



кристаллизаторе был начат 7 июля и окончен 1 августа 1976 года. На затравке был выращен кристалл размером около 12 мм и получено несколько спонтанно выпавших кристалликов. Опыт во втором кристаллизаторе шел с 9 августа 1976 года по 11 февраля 1977 года. В объеме кристаллизатора выросли спонтанные кристаллики размером 1—3 мм. В третьем кристаллизаторе с 11 по 23 февраля 1977 года на затравке был выращен кристалл около 5 мм.

Чтобы выяснить особенности роста кристаллов в космосе, на Земле были выращены и тщательно исследованы кристаллы алюмокалиевых квасцов в температурных условиях, близких к тем, которые были на орбитальной станции. Оказалось, что «космические» кристаллы отличаются от выращенных на Земле огранкой и внутренней структурой. «Космические» образцы содержат повышенное количество газовой-жидких включений. Это, по-видимому, обусловлено тем, что на борту станции практически отсутствуют силы Архимеда и конвекция, обеспечивающие уход пузырьков из раствора. Поддержание температуры с большей точностью

позволит уменьшить количество газовой-жидких включений. С другой стороны, повышенное количество газовых включений в «космических» кристаллах можно использовать для получения композиционных материалов.

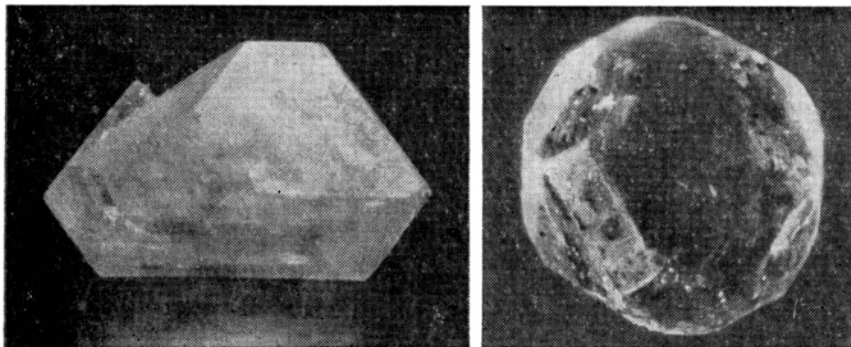
В процессе длительной кристаллизации на борту станции (с 9 августа 1976 года по 11 февраля 1977 года) было обнаружено новое явление — сращивание кристаллов в объеме кристаллизатора. Оно, видимо, обусловлено притяжением кристаллов, поверхности которых находятся на микроскопических расстояниях друг от друга (на Земле образующиеся в объеме кристаллы сразу опускаются на дно кристаллизатора).

КОСМИЧЕСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Особенности плавления и затвердевания многокомпонентного сплава без контакта со стенками в условиях, близких к невесомости, изучались в эксперименте «Сфера». Прибор представлял собой нагреватель, внутри которого расплавлялся образец массой 0,25 г из сплава Вуда (температура плавления около 70°C). Затем он выталкивался в свободное пространство, где затвердевал без контакта со стенками. Исходная заготовка имела цилиндрическую форму с гладкой поверхностью и по составу



Прибор «Кристалл»



была близка к четырехкомпонентной эвтектике (висмут — 40%, свинец — 40%, кадмий — 10%, олово — 10%). Переплавленный образец имел эллипсоидную форму, а его поверхность, видимо, из-за большого числа компонентов, — сложный рельеф (образец был похож на ежа). Металлографический и рентгеноспектральный анализы образца, полученного на станции «Салют-5», показали, что при перекристаллизации в условиях, близких к невесомости, произошло изменение фазового состава эвтектики. В земных условиях подобных изменений в устройствах аналогичного типа не наблюдается. Выяснение механизма, приводящего к изменению фазового состава расплава, требует специальных исследований. Выполненный эксперимент показал, что в условиях, близких к невесомости, состав расплава сильно влияет на рельеф поверхности свободно затвердевающего образца.

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ

Динамика взвешенных в жидкости частиц (и газовых пузырей), а также их коагуляция (слияние) в условиях орбитального полета давно интересуют ученых. Исследование этих вопросов, а также изучение движения жидкости под действием капиллярных сил проводилось прибором «Поток». Это — прямоугольный параллелепипед, сделанный из прозрачного органического стекла. Внутри параллелепипеда имелись две сферические по-

 Кристаллы, выращенные в космосе: слева — на затравке; справа — свободно

лости, объемом около 30 см³ каждая. Внутренняя поверхность одной сферы смачивается жидкостью, а второй — не смачивается. Сферические полости соединяются между собой капиллярным и дренажным каналами, снабженными вентилями. Перед началом эксперимента вентили открыли и изучали характер перетекания жидкости под действием сил поверхностного натяжения. По дренажному каналу происходило выравнивание давления воздуха между полостями. Наибольший интерес вызывали эксперименты по изучению устойчивости к механическим воздействиям газового пузыря в жидкости. При интенсивном встряхивании газовый пузырь, находившийся в заполненной жидкостью первой сферической полости, разбился на множество (около 100) маленьких пузырьков. Затем постепенно отдельные пузырьки слились в один большой. Время слияния (около 5 суток) и его характер значительно отличаются от того, что наблюдается на Земле.

ДИФфуЗИЯ

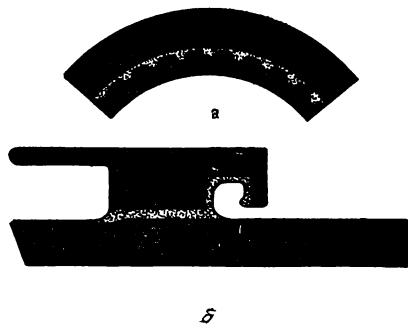
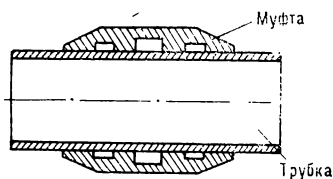
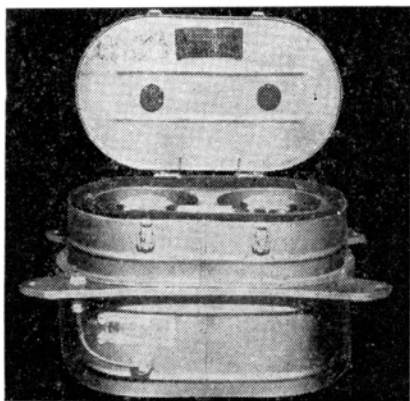
Если на Земле основной механизм массо- и теплопереноса при нагревании — естественная конвекция, то в невесомости таким механизмом должна быть диффузия. Изучению ее и посвящен проведенный во время второй экспедиции эксперимент, который называется «Диффузия». Прибор — цилиндрическая печка, внутри которой расположены две кварцевые ампулы. В каждой ампуле часть пространства занята толаном, а часть ди-

бензолом — кристаллическими (при комнатной температуре) органическими веществами. При включении прибора оба вещества расплавились, а затем трое суток находились в расплавленном состоянии. При этом происходила взаимодиффузия части веществ через границу раздела жидкостей. Ампулы были доставлены на Землю и тщательно исследованы. Вычисленный коэффициент диффузии сравнили со значением, полученным на земном аналоге прибора, и значением, рассчитанным на ЭВМ в рамках теоретической модели эксперимента. Из результатов измерений и расчетов следует, что в пределах погрешности эксперимента перенос массы в условиях орбитального полета осуществлялся диффузией, а конвекция практически отсутствовала.

ПАЙКА И ПЛАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Задача эксперимента состояла в изучении особенностей пайки и плавления металлов. Для нагрева образцов использовали энергию, выделяющуюся при экзотермической реакции. Тепловая энергия экзотермических реакций в космосе имеет ряд преимуществ в сравнении с другими источниками нагрева: отпадает потребность в источниках электрической энергии большой мощности на борту космических аппаратов, появляется возможность проведения работ в труднодоступных местах, а в ряде случаев и без непосредственного участия оператора.

Прибор «Реакция» состоит из корпуса, двух контейнеров с экзопакетами. (Экзопакет — устройство, в ко-



тором тепло выделяется за счет протекания экзотермических реакций в специально подобранных веществах.) В каждом пакете находится трубка из нержавеющей стали с надетой на нее муфтой. В зазоре между муфтой и трубкой — марганец-никелевый при-

Прибор «Реакция»

Расположение трубки и муфты в приборе «Реакция»

Паяный образец, полученный в приборе «Реакция»: а — поперечное сечение образца, б — продольное

пой (температура пайки 1200—1220° С), который, плавясь, растекается вдоль зазора, а при охлаждении затвердевает, и муфта прочно соединяется с трубкой. Экзотермическая реакция стимулируется электрическим импульсом. Управление «Реакцией» осуществляется с пульта, размещенного в приборе «Физика».

Прибор «Реакция» и контейнеры негерметичны, поэтому для имитации условий пайки в космическом пространстве вакуум создавался непосредственно в образце. Для этого была разработана специальная конструкция паяемого образца.

Эксперимент «Реакция» был успешно выполнен во время первой экспедиции 28 июля и 8 августа 1976 года, на Землю были доставлены два спаянных образца.

Металлографические исследования на Земле, испытания на вакуумную плотность, на механическую прочность в разрывной машине с внутренним давлением до 500 атм показали, что полученные на борту орбитальной научной станции паяные соединения по качеству не уступают «земным», а по ряду показателей превосходят их: заполнение зазоров припоем более равномерное, наблюдается тенденция к более однородной и мелкозернистой микроструктуре металла. В результате этих экспериментов получена важная информация об особенностях протекания физико-химических процессов в условиях космоса. Но возникли новые вопросы, ответ на которые дадут дальнейшие исследования.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского геологического института У. И. Моисеенко, А. А. Смыслов и Т. З. Чадович провели расчет температуры глубинных слоев Земли для территории юга азиатской части СССР. Используя уравнения теплопроводности различных горных пород, они с помощью ЭВМ построили карту распределения глубинных температур.

Наиболее высокая температура характерна для Байкальской рифтовой зоны — в отдельных участках она достигает 1500—2000° С. При такой температуре породы должны находиться в состоянии, близком к плавлению. Магматические очаги в земной коре на рассматриваемой территории установлены не только в Байкальской рифтовой зоне, но и в юго-восточном Забайкалье, а также на многих участках среднеазиатских горных областей.

Оценки глубинных температур, полученные авторами, показывают, что температурное поле земной коры юга азиатской части СССР чрезвычайно неоднородно. Есть области с низкими — до 300° С (Сибирская платформа, Северный Казахстан и др.) и высокими — свыше 1000° С значениями температуры. Последние указывают на потенциальную возможность появления магматических очагов.

С неоднородностью температурного поля связаны участки высоких горизонтальных геотермических градиентов, величина которых иногда достигает 80° км⁻¹. Они соответствуют участкам повышенных термоупругих напряжений в земной коре.

«Доклады АН СССР», 241, 1, 1978.



ЧЕМ ВЫЗВАН ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД ЗЕМЛИ?

Существуют гипотезы, что современный ледниковый период Земли 2—10 млн. лет тому назад был обусловлен заметным уменьшением светимости Солнца (и его температуры) вследствие происшедшего несколько миллионов лет назад сравнительно быстрого, скачкообразного перемешивания вещества в недрах Солнца.

Естественно предположить тогда, что при снижении светимости Солнца и, очевидно, его вспышечной деятельности должен был нарушиться механизм модуляции галактических космических лучей (ГКЛ), в частности, 11-летних вариаций. Этот эффект можно выявить благодаря образованию радиоизотопа ^{53}Mn в космических телах (период полураспада 3,7 млн. лет).

А. К. Лаврухина и Г. К. Устинова проанализировали результаты измерения ^{53}Mn в лунном грунте, доставленном «Аполлоном-15», и в нескольких хондритах. Оказалось, что большую часть времени накопления наблюдаемой радиоактивности ^{53}Mn (5—6 млн. лет) Луна облучалась потоком ГКЛ, близким к немодулированному. Однако данные по ^{26}Al (период полураспада 0,74 млн. лет) в образцах, доставленных «Луной-15» и «Луной-16», показали, что уже миллион лет тому назад Луна облучалась средним модулированным потоком ГКЛ, соответствующим современному. Следовательно, время облучения Луны немодулированным потоком должно, по крайней мере, охватывать период 2—6 млн. лет назад, что совпадает с предполагаемым временем уменьшения деятельности Солнца и ледниковым периодом на Земле.

Конечно, измеренное высокое содержание ^{53}Mn в лунном грунте могло быть следствием более высокой интенсивности космических лучей в Галактике в тот период. Чтобы исключить это предположение,

проанализировали радиоактивность космогенных изотопов в нескольких хондритах возрастом, больше или примерно равным 1 млн. лет. И, действительно, интенсивность ГКЛ, которыми облучались хондриты, не превысила интенсивности, зарегистрированной вблизи Земли в апреле — мае 1965 года.

Итак, высокая радиоактивность ^{53}Mn в лунном грунте обусловлена именно отсутствием эффективной модуляции ГКЛ 2—6 млн. лет назад в результате снижения солнечной активности. Это — первое экспериментальное доказательство изложенных выше гипотез и точности датирования ледникового периода на Земле.

Следует однако заметить, что альтернативной причиной снижения эффекта модуляции ГКЛ могло быть снижение потока солнечного ветра из-за периодического прохождения Солнечной системы через галактические рукава с повышенной плотностью пыли.

«Известия АН СССР, Серия физическая», 42, 5, 1978.

«ПЛОТИННЫЕ» ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Известно, что заполнение крупных водохранилищ приводит к усилению сейсмичности района, а иногда и к разрушительным землетрясениям.

В сейсмоактивном районе Дагестана строится каскад высотных

ГЭС, из которых Чиркейская ГЭС — действующая. Сеть полигонных сейсмических станций в 1973—1976 годах зарегистрировала здесь серию слабых сейсмических толчков до заполнения водохранилища и после заполнения. Оказалось, что по мере заполнения число слабых толчков увеличивалось, превышая более чем в 10 раз фоновое значение сейсмичности района (толчки регистрировались примерно через 1,5—2 месяца после очередного заполнения водохранилища).

Исследования, проведенные сотрудниками Института физики Земли АН СССР О. М. Барсуковым и Института геологии Дагестанского филиала АН СССР Ш. Г. Идармачевым, показали, что «плотинные» землетрясения в этом районе связаны с ростом порового давления жидкости в массиве горных пород под водохранилищем при его заполнении. Рост порового давления снижает прочность горной породы и уменьшает ее электрическое сопротивление.

В 1976—1977 годах авторы проводили систематические измерения электросопротивления горных пород в районе Чиркейского водохранилища. За этот период они регистрировали несколько случаев, когда электросопротивление пород уменьшалось на 11—40% от его обычного значения. Все эти случаи сопровождались землетрясениями, достигающими энергетического класса К-10. Полученные результаты дают возможность предположить, что водохранилище влияет на нормальный процесс подготовки очага землетрясения, расположенного в непосредственной близости от водохранилища. Изменение электросопротивления горного массива может предшествовать «возбужденным» землетрясениям и служит одним из критериев их прогноза.

«Доклады АН СССР», 240, 2, 1978.





Доктор физико-математических наук
Я. ЭЙНАСТО
М. ЙЫЗВЭЭ

Структура Галактики

ИЗ ИСТОРИИ ПРОБЛЕМЫ

Взглянув на звездное небо в безоблачную ночь, нетрудно убедиться, что мы находимся в мире звезд, окружающих нас со всех сторон. Древнее понятие сферы неподвижных звезд исторически можно рассматривать как первую «модель Галактики». Несмотря на свою примитивность, эта модель в течение тысячелетий была в согласии с результатами наблюдений, сделанных невооруженным глазом.

Во время первых же телескопических наблюдений Галилей обнаружил, что Млечный Путь состоит из огромного количества неразличимых невооруженным глазом слабых звезд. В. Гершель на основе подсчетов звезд пришел к выводу о сплюснутой форме окружающего нас звездного мира. Расстояния до ближайших звезд стали известны в 1837—1839 годах, когда В. Я. Струве в Тарту, Ф. Бессель в Кенигсберге и Т. Гендерсон на мысе Доброй Надежды измерили годовые параллаксы звезд. В 1847 году из статистического анализа распределения звезд директор Пулковской обсерватории В. Я. Струве в монографии «Этюды звездной астрономии» заключил: «интенсивность света уменьшается в большей пропорции, чем в отношении обратных квадратов расстояний, что означает, что существует потеря света, ослабление при прохождении света через небесное пространство».

Но позднее исследователи не приняли столь решительного и, как впоследствии оказалось, правильного вывода. Они считали уменьшение пространственной плотности звезд во

Астрономы Тартуской астрофизической обсерватории АН ЭССР давно и успешно изучают структуру нашей звездной системы. По данным современных наблюдений они создали новую модель Галактики.

всех направлениях реальным явлением, поставив тем самым Солнце в центр звездной системы. Истинная структура Галактики выяснилась лишь в 20-е годы нашего столетия. Х. Шепли полагал, что центр Галактики совпадает с центром подсистемы шаровых скоплений в направлении созвездия Стрельца. Б. Линдблад и Я. Оорт нашли признаки вращения Галактики, а Р. Трюмплер убедительно доказал наличие межзвездного поглощения света в Галактике.

Поучительно суммировать обстоятельства, приводившие в заблуждение не одно поколение астрономов. Это, во-первых, присутствие в Галактике вещества (пыли), которое само не излучает, но сильно искажает фотометрическую информацию от звезд, и, во-вторых, сознательная или неосознанная приверженность исследователей к антропоцентризму. Лишь когда антропоцентризм был преодолен, появилась возможность приступить к детальному изучению структуры Галактики.

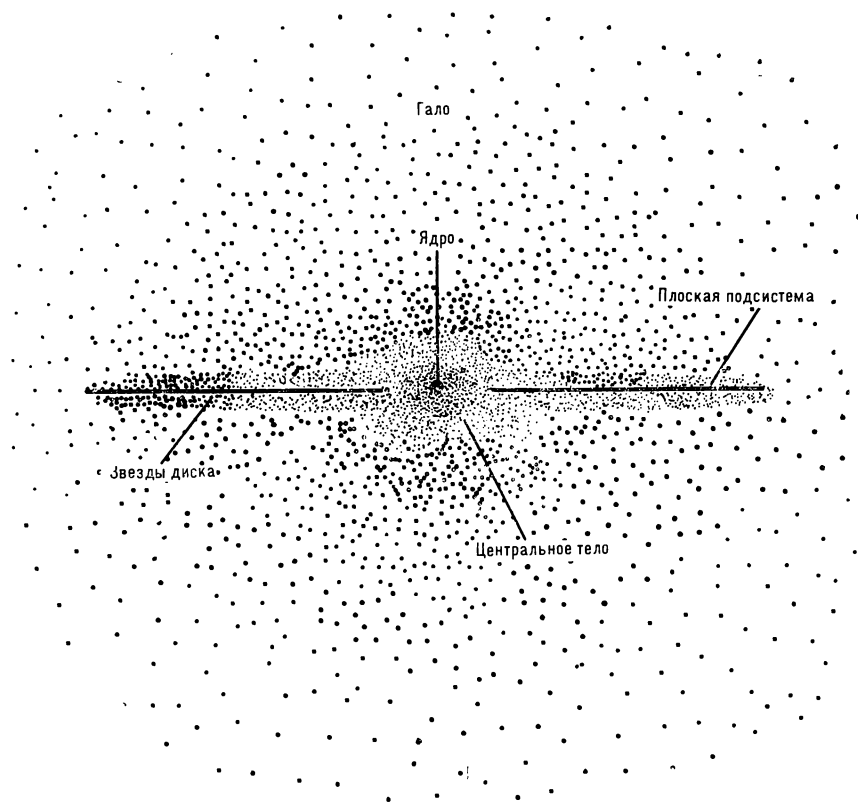
Мы рассмотрим некоторые современные проблемы структуры Галактики, в исследовании которых активно участвуют советские астрономы и, в частности, астрономы Тартуской астрофизической обсерватории АН ЭССР.

ПОДСИСТЕМЫ ГАЛАКТИКИ

Одно из замечательных свойств Галактики состоит в том, что звезды с различными физическими характеристиками образуют в ней подсистемы, отличающиеся пространственной структурой и движением. Первым на это обратил внимание американский астроном Г. Стремберг. В начале 20-х годов он обнаружил, что средние гелиоцентрические скорости групп звезд тем выше, чем позже их спектральный класс. Наибольшими скоростями обладают шаровые скопления и короткопериодические цефеиды. Это явление объяснили шведский астроном Б. Линдблад и голландский ученый Я. Оорт. Они показали, что все звезды участвуют во вращении Галактики, причем с разными скоростями.

Звезды ранних спектральных классов расположены в тонком слое вблизи галактической плоскости (**плоская система**, по Б. В. Кукаркину). Они движутся вокруг центра Галактики с большой скоростью, но поскольку Солнце также принадлежит к этим звездам, то их гелиоцентрические скорости малы. Движение таких звезд упорядочено, то есть векторы их скоростей почти параллельны друг другу. Поэтому остаточные скорости (по отношению к скорости, средней для всей группы) невелики.

Подсистема, включающая шаровые скопления и короткопериодические цефеиды, имеет почти сферическую форму (**сферическая подсистема**, по Б. В. Кукаркину). Эти объекты обладают беспорядочными скоростями, то есть векторы скорости характеризуются разной величиной и направле-



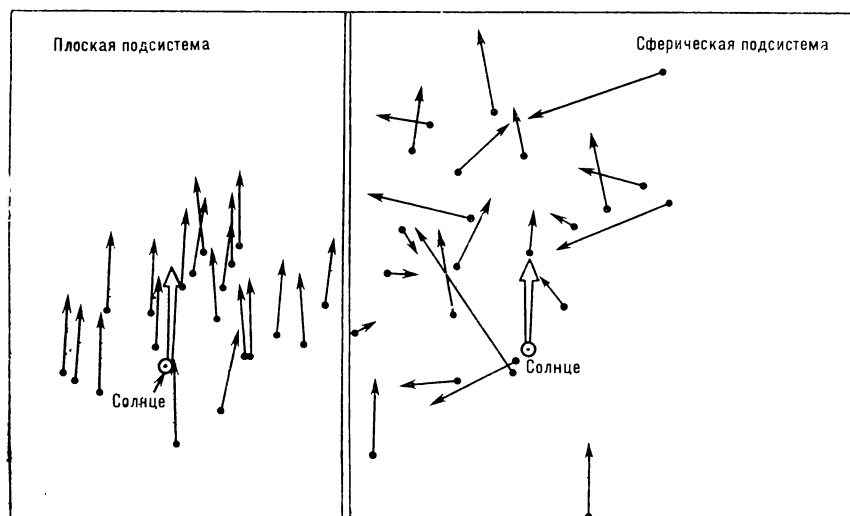
нием. Подсистема как целое медленно вращается вокруг центра Галактики. Поскольку Солнце вращается быстро, то звезды сферической подсистемы отстают в галактическом вращении и их гелиоцентрические скорости большие.

Сферическая подсистема неоднородна, она состоит из центрального тела и гало. **Центральное тело** хорошо видно на фотографиях других галактик, а в нашей Галактике оно наблюдается в нескольких «окнах видимости» (в областях пониженного поглощения света) в направлении галактического центра. Спектральные и динамические данные свидетельствуют о том, что центральное тело содержит старые звезды, близкие по химическому составу к звездам солнечного типа.

Гало состоит из старых звезд и шаровых звездных скоплений. В отличие от звезд центрального тела, плоской подсистемы и диска в звездах гало очень мало тяжелых элементов. Различия в химическом составе звезд разных подсистем связаны с тем, что звезды формировались в разное время из среды, химический состав которой с течением времени менялся вследствие обогащения ее продуктами ядерных реакций, протекающих в недрах звезд.

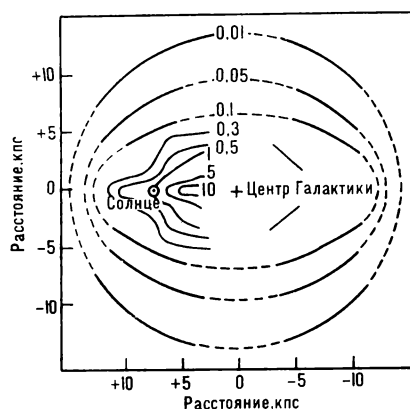
Наконец, Галактика имеет еще **ядро** — маленькое и очень плотное скопление звезд. В ядре находится некоторое количество газа, а также массивное тело, которое вызывает активность ядер галактик («Земля и Вселенная», № 4, 1972, с. 2—12).

Теоретическое объяснение связи кинематики звезд с их пространственным распределением дает звезд-



■ Структура Галактики (вид сбоку)

■ Векторы скоростей близких звезд плоской и сферической подсистем (вид сверху). Движение звезд плоской подсистемы упорядочено, сферической — хаотично



ная динамика. Звезды как плоской, так и сферической подсистем движутся в общем гравитационном поле Галактики. Звезды плоской подсистемы не поднимаются высоко над галактической плоскостью. Подсистема сбалансирована вращением, которое компенсирует силу притяжения Галактики. Звезды сферической подсистемы могут подниматься высоко над галактической плоскостью. Притяжение Галактики в большой степени компенсируется хаотическими движениями звезд (аналог давления в газодинамике) и лишь в незначительной степени — вращением.

Но звездная динамика не дает ответа на вопрос, почему в Галактике есть разные подсистемы. Из динамических соображений мы можем лишь заключить, что параметры, характеризующие структуру подсистем, меняются с течением времени очень медленно. Следовательно, такая структура возникла уже при образовании Галактики.

Первый, кто показал, что наша Галактика, так же как и вся Вселенная, не могла существовать почти «вечно» (дольше чем 10^{13} лет), был эстонский астроном Э. Эпик («Земля и Вселенная», № 2, 1975, с. 77—81). В 1932 году он установил, что независимые методы определения возраста по распаду радиоактивных изотопов, по расширению Вселенной и по эффективности ядерных процессов в звездах дают возраст Галактики порядка 3—10 млрд. лет (современное значение 10—15 млрд. лет). Далее Э. Эпик, исходя из созданной им в 1937 году теории звездной эволюции, показал, что наиболее старое население Галактики — шаровые скопле-

ния, а самое молодое — горячие звезды-гиганты. Возраст шаровых скоплений практически равен возрасту Галактики, а возраст горячих гигантов — всего несколько миллионов лет, так что их многочисленность свидетельствует о продолжении процесса звездообразования и в настоящее время.

Другой эстонский астроном Т. Роотсмяэ в начале 40-х годов объяснил корреляцию между возрастом звезд и пространственно-кинематическими характеристиками соответствующих подсистем. Он допускал, что подсистемы Галактики образовались постепенно в ходе сжатия газовой протогалактики и сохранили с тех далеких времен свои пространственно-кинематические характеристики. Теперь эти представления об эволюции Галактики и Вселенной общепризнаны.

МОДЕЛИ ГАЛАКТИКИ

Первые модели Галактики, построенные еще в 30-х годах, описывали только ее общее гравитационное поле. Галактика представлялась как результат наложения центральной точечной массы и одного или нескольких эллипсоидов однородной плот-

ности, имитирующих наблюдаемые распределения подсистем.

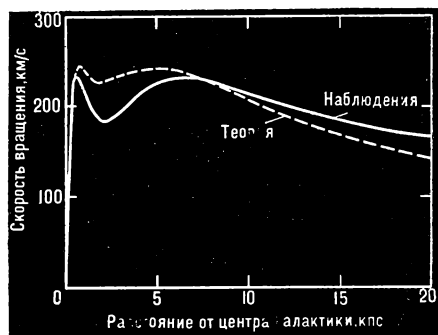
В Тартуской обсерватории работы по моделированию галактик начал Г. Г. Кузмин в 40-х годах. Он ввел в практику моделирования неоднородный эллипсоид, воссоздающий пространственную структуру подсистем. Вся Галактика представлялась как результат наложения нескольких эллипсоидов — подсистем. В 50-х годах была создана первая серия эмпирических и теоретических моделей Галактики.

Аналогичные идеи использовал и голландский астроном М. Шмидт. Так как его модель была разработана детальнее всех предшествующих, то она получила широкую известность.

Моделирование Галактики продолжалось и в Тартуской обсерватории. Г. Г. Кузмин, Х. Элсалу и авторы этой статьи определяли плотность вещества в окрестности Солнца. Эта величина — одна из основных галактических постоянных. * Было доказано, что принятое М. Шмидтом значение плотности $0,15 M_{\odot}$ в 1 пс^3 ($M_{\odot}$ — солнечная масса) завышено, динамические данные свидетельствовали в пользу величины $0,09 M_{\odot}$ в 1 пс^3 . Этот результат имеет принципиальное значение, поскольку непосредственные оценки (путем суммирования плотностей отдельных подсистем) также дают для полной плотности $0,09 M_{\odot}$ в 1 пс^3 . Расхождение

Распределение пространственных плотностей короткопериодических цефеид в проекции на плоскость, которая проходит через Солнце и центр Галактики перпендикулярно к плоскости Млечного Пути. Указана пространственная плотность звезд в 1 пс^3 на различных расстояниях от центра Галактики

* Галактическими постоянными называются околосолнечные значения функций описания Галактики: расстояние Солнца от центра Галактики, круговая скорость в окрестности Солнца, постоянные галактического вращения и др.



между динамической и прямой оценками плотности голландские ученые объясняют тем, что в окрестности Солнца существует большое количество невидимого вещества, или, как его часто называют, «скрытая масса». Согласно данным, полученным в Тарту, никакого расхождения нет. Если невидимое вещество и существует в окрестности Солнца, то его плотность во много раз меньше плотности видимых составляющих.

Использование эстонскими астрономами нового материала наблюдений привело к весьма интересным результатам. Оказалось, что данные о вращении нашей и других галактик несовместимы с пространственным распределением известных подсистем. Для центральных областей не удалось найти такой комбинации подсистем в виде эллипсоидов, которые в сумме дали бы наблюдаемую кривую вращения с двумя максимумами и глубоким минимумом между ними. И для периферии галактик астрономы не сумели подобрать комбинацию подсистем, которая представила бы наблюдаемую очень пологую зависимость скорости вращения от расстояния.

Очевидно, в наших представлениях о структуре подсистем или в основных предпосылках моделирования должны скрываться какие-то ошибки. Но где именно?

Изменение скорости вращения Галактики в зависимости от расстояния до ее центра. Теоретическая кривая построена для модели, учитывающей лишь видимое население Галактики, и плохо согласуется с наблюдениями

КОРОНА ГАЛАКТИКИ

В 1974 году в Тарту и в Принстоне (США) были определены массы галактик по движению их спутников. Результат оказался неожиданным: средние скорости спутников (точнее, дисперсия скоростей спутников по отношению к главным галактикам) не уменьшались с расстоянием, как следовало, если бы вся масса главной галактики была сосредоточена в ее видимых пределах. Это свидетельствовало о том, что галактики окружены обширными оболочками невидимого вещества — **коронами**. Полные массы галактик получились раз в десять больше, чем считалось ранее («Земля и Вселенная», № 3, 1975, с. 32—36).

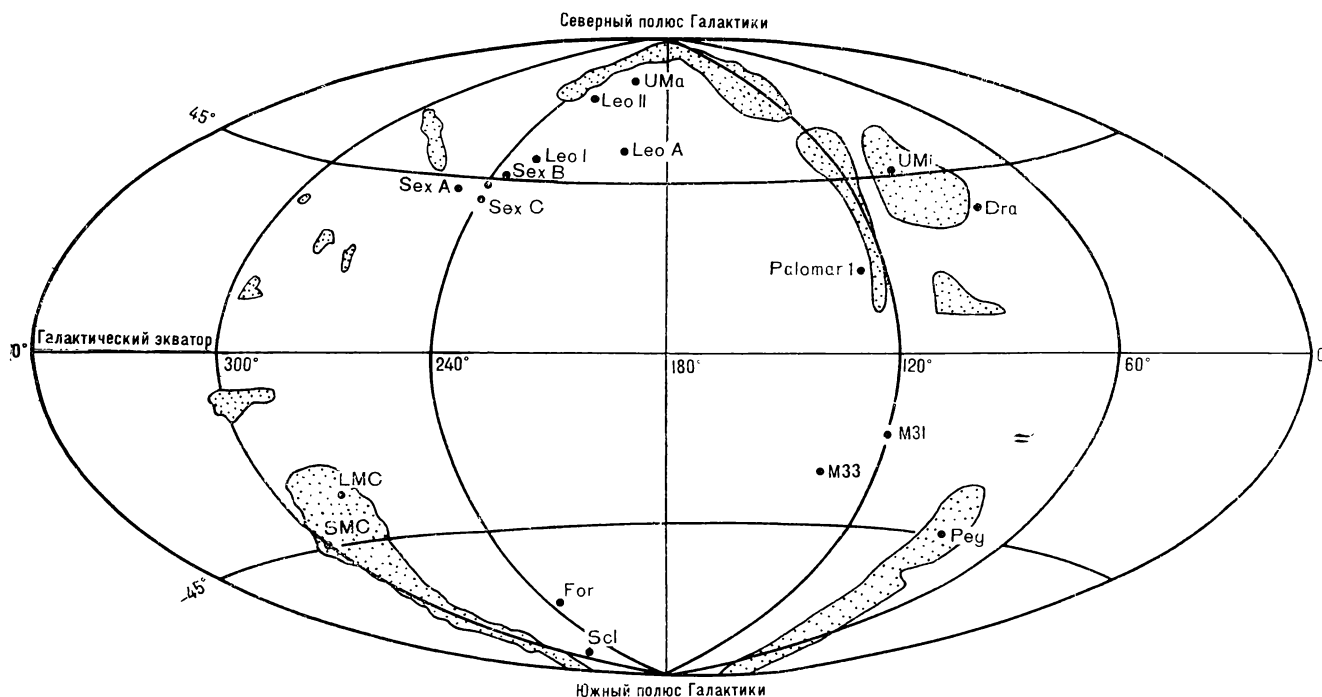
Достоверность этого результата можно подвергнуть сомнению по меньшей мере по двум причинам. Во-первых, многое зависит от того, как определять систему спутников галактики. Поскольку действительные расстояния между галактиками не известны, то о принадлежности галактики к какой-либо системе обычно судят по угловому расстоянию. Неудивительно, если некоторые спутники окажутся не «физическими», а лишь «оптическими». Включение их в систему спутников ведет к завышенным оценкам дисперсии скоростей и значений масс. Во-вторых, лучевые скорости некоторых галактик измерены с большими ошибками, что также приводит к завышенным оценкам масс. По этим причинам некоторые исследователи весьма скептически относятся к существованию массивных корон вообще.

На наш взгляд, значительное коли-

чество «скрытой массы» в системах галактик все-таки существует. Хотя и нельзя отрицать искажающего влияния «оптических» спутников, число их в системах галактик, по-видимому, мало. Дело в том, что спутниковые системы гигантских галактик в большинстве случаев имеют довольно упорядоченное строение: при одинаковых светимостях спутники, находящиеся ближе к главной галактике, в основном эллиптические, а более далекие — спиральные или неправильные («Земля и Вселенная», № 3, 1975, с. 32—36). Кроме того, дисперсия скоростей спутников тесно связана со свойствами главной галактики. Чем выше светимость и дисперсия скоростей звезд главной галактики, тем больше дисперсия скоростей спутников во всей системе. Трудно представить, чтобы такими свойствами обладали системы, в которых доминируют «оптические» спутники.

Точные определения лучевых скоростей галактик, полученные из радионаблюдений линии нейтрального водорода с длиной волны 21 см, также подтверждают найденные ранее из оптических наблюдений дисперсии скоростей спутников.

Следует отметить статистический характер наших данных о размерах и массах корон галактик. Как правило, в немногочисленных спутниковых системах галактик только у одного или нескольких спутников измерены лучевые скорости, а этого явно недостаточно для надежного исследования динамики системы. Поэтому часто приходится объединять данные о нескольких похожих объектах. Согласно статистическому анализу та-



ких «синтетических» систем, массивные короны, в среднем, должны существовать. Но возможно, что отдельные гигантские галактики (например, NGC 1023 в созвездии Персея) не имеют массивных корон, заметно превосходящих массу самой галактики.

ЕСТЬ ЛИ МАССИВНАЯ КОРОНА У НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ?

Основываясь на динамике Местной группы галактик, куда входит и наша Галактика, швейцарский астроном Г. А. Тамманн пришел к выводу, что особенности движения галактик можно объяснить в рамках классических представлений о их массах. Он принял для круговой скорости в окрестности Солнца весьма высокое значение — 300 км/с. При таком выборе взаимная скорость двух главных членов Местной группы — нашей Галактики и галактики М 31 в созвездии Андромеды — составляет — 70 км/с, что является вполне нормальным для малых групп галактик. Более подробно исследовали динамику Местной группы английские ученые Д. Линден-Белл и К. Лин. Они также приняли

для круговой скорости в окрестности Солнца значение 300 км/с и оценили массу Галактики и М 31 в $4 \cdot 10^{11}$ и $3 \cdot 10^{11} M_{\odot}$, соответственно. Эти значения масс заметно больше классических, что, по мнению авторов, свидетельствует в пользу существования массивной короны, правда, не очень большой.

Определения околосолнечной круговой скорости в названных исследованиях в основном опирались на данные наблюдений лучевых скоростей ближайших галактик. По существу определялась не круговая скорость Галактики в окрестности Солнца, а сумма этой скорости и скорости движения центра Галактики по отношению к ближайшим галактикам.

Выполненное в Тарту исследование показывает, что околосолнечная круговая скорость никак не может достигать значения 300 км/с. Все ди-

намические методы по независимым результатам наблюдений дают в хорошем взаимном согласии значение 225 км/с. Так как наблюдаемая гелиоцентрическая скорость галактики М 31 составляет — 300 км/с, то после вычитания проекции скорости Солнца получаем галактоцентрическую скорость — 120 км/с. При разных предположениях об эксцентриситете орбиты Галактики полная масса системы Галактика+М 31 оценивается в $4-6 \cdot 10^{12} M_{\odot}$ — величина довольно большая.

Наша Галактика окружена системой близких спутников. Это — Магеллановы Облака, карликовые эллиптические галактики и далекие шаровые скопления («Земля и Вселенная», № 5, 1976, с. 63—65). Спутники удалены от Галактики на расстояния от 40 до 250 кпс. Недавно американские астрономы Сарджент и Хартвик измерили лучевые скорости некоторых карликовых спутников Галактики. Это оказалось весьма трудной задачей даже для 5-метрового телескопа, если учесть, что все карликовые галактики имеют исключительно малую поверхностную яркость. Дисперсия скоростей спутников получилась рав-

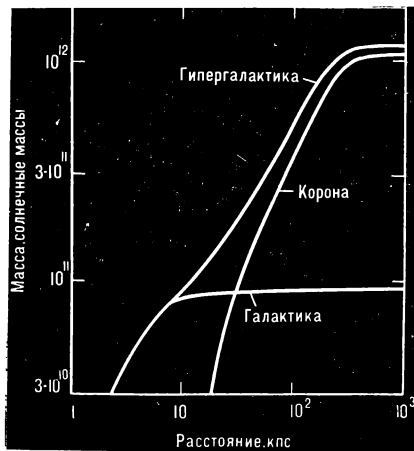
■
Распределение спутников Галактики (точки) и высокоскоростных облаков водорода на карте неба. Все объекты концентрируются к большому кругу, расположенному почти под прямым углом к плоскости галактического экватора



ной 110 км/с, что при среднем радиусе системы спутников 70 кпс дает для общей массы Галактики вместе с короной $2 \cdot 10^{12} M_{\odot}$.

Кроме обычных галактик-спутников вокруг Галактики движутся высокоскоростные водородные облака («Земля и Вселенная», № 1, 1977, с. 34—41.—Ред.). Уже более десяти лет их наблюдают радиоастрономы на волне 21 см. Галактоцентрические скорости облаков заключены в пределах от 200 км/с до —240 км/с, средняя дисперсия их скоростей составляет 110 км/с, так же как и у оптических спутников. Большая часть высокоскоростных облаков концентрируется на небе в весьма узкой полосе, здесь же находятся и все оптические спутники Галактики. Некоторые облака связаны со спутниками Галактики — Магеллановыми Облаками (эти водородные облака образуют на небе длинную цепь — Магеллановский «жук»). Такая тесная связь позволяет сделать заключение, что газовые облака располагаются примерно в том же интервале расстояний, что и оптические спутники. Следовательно, динамика водородных облаков также свидетельствует о существовании массивной короны вокруг Галактики. Полная масса видимых элементов короны (спутники Галактики, водородные облака и разреженный газ) не превышает $10^{11} M_{\odot}$. Природа основной массы короны остается пока неизвестной.

Отметим, что пояс, в котором концентрируются все спутники Галактики, расположен под весьма большим углом к галактической плоскости — 70° . Это свидетельствует о том, что корона Галактики вместе с ее види-



мыми элементами не является просто продолжением Галактики, а образует некоторую систему более высокого порядка, которую мы называем **Гипергалактикой**. Галактику можно рассматривать как ядро Гипергалактики.

ГАЛАКТИЧЕСКИЙ ДИСК

Наблюдения показывают, что у некоторых галактик плоская подсистема имеет кольцеобразную форму. К таким объектам относится наш сосед, галактика М 31 в созвездии Андромеды. В ее центральной области

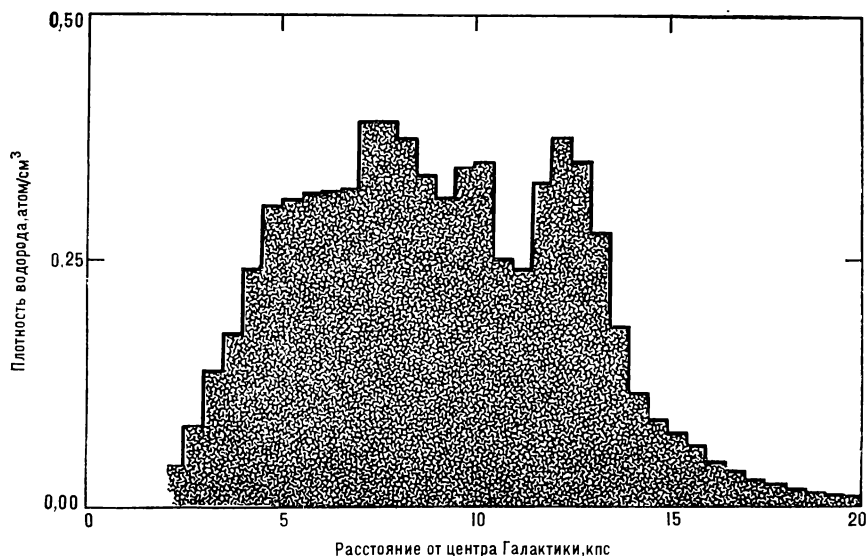
Распределение массы в Галактике, короне и Гипергалактике. Масса видимого населения Галактики перестает заметно увеличиваться за пределами 15 кпс от центра, а масса короны и Гипергалактики растет до расстояний 300 кпс

не встречаются типичные представители плоской подсистемы — межзвездный водород и горячие гиганты. Недавно радиоастрономические наблюдения установили, что и в нашей Галактике плотность газа достигает максимума на некотором расстоянии от центра и падает практически до нуля в центральной области.

В 1976 году авторы этой статьи совместно с А. Каазигом пришли к выводу, что не только плоская подсистема, но и весь галактический диск должны быть кольцеобразной формы. Московский астроном А. В. Засов показал, что в галактиках с массивным центральным телом «дырка» в диске иногда наблюдается непосредственно. Этот феномен, по-видимому, присущ всем галактикам, подобным нашей.

Если это так, то газовая составляющая Галактики, из которой в течение многих миллиардов лет постепенно образовались звезды диска, всегда была кольцеобразной. Но тогда и газовое протоблако, из которого сформировался путем сжатия первоначальный газовый диск, должно было иметь «дырку» в центре. «Дырка» могла возникнуть только в результате быстрого сжатия центральной части всей протогалактики. В итоге мы приходим к заключению, что в эволюции Галактики были две фазы: быстрое сжатие центральной части протогалактики и образование сферической подсистемы, затем — падение оставшегося газа на галактическую плоскость и возникновение диска с «дыркой» в центре.

Эта схема галактической эволюции, конечно, нуждается в дальнейшей количественной разработке.



НОВАЯ МОДЕЛЬ ГАЛАКТИКИ

С учетом всех доступных результатов наблюдений авторы статьи и А. Каазики построили новую модель Галактики. Принятые в модели значения локальных галактических постоянных получены на основе работ многих советских астрономов. Согласно новым данным, расстояние Солнца от центра Галактики — 8,5 кпс, круговая скорость — 225 км/с, плотность в окрестности Солнца — $0,095 M_{\odot}$ в 1 пс^3 . В таблице приведены параметры (масса, среднегармонический радиус, отношение полуосей по вертикали и радиусу) всех основных подсистем Галактики.

Были вычислены функции, описывающие гравитационное поле Галактики. Так как Галактика — ядро Гипергалактики, то фактически было вычислено гравитационное поле всей Гипергалактики. В новой модели скорость освобождения примерно в 2 раза превышает круговую скорость

■ Плотность межзвездного водорода вблизи галактической плоскости. Максимумы соответствуют спиральным ветвям

ПАРАМЕТРЫ ОСНОВНЫХ ПОДСИСТЕМ ГАЛАКТИКИ

Подсистема	Масса, $M_{\odot}$	Радиус, кпс	Отношение полуосей
Ядро	$0,01 \cdot 10^{10}$	0,005	0,6
Центральное тело	$1,1 \cdot 10^{10}$	0,4	0,8
Гало	$1,2 \cdot 10^{10}$	2,5	0,3
Диск	$6,4 \cdot 10^{10}$	4,1	0,1
Плоская подсистема	$0,36 \cdot 10^{10}$	6,4	0,02
Корона	$110 \cdot 10^{10}$	75	1

в окрестности Солнца. Это и понятно, ведь для ухода из системы тело должно преодолеть не только притяжение самой Галактики, но и всей Гипергалактики.

При обсуждении новой модели в кругу коллег авторам был задан вопрос: «Можно ли быть уверенным, что и эта модель не потребует пересмотра?» Безусловно, потребует! Каждое новое открытие при изучении Галактики может вызвать необходимость уточнения нашей количественной модели. Таков путь познания.

ПРИРОДА СЛАБЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Несколько лет не утихают споры о том, что представляют собой слабые источники рентгеновского излучения, расположенные на высоких галактических широтах. Они практически равномерно распределены на небе. Это означает одно из двух: либо они находятся далеко за пределами Галактики, либо, напротив, очень близко — не далее 1 кпс («Земля и Вселенная», № 2, 1974, с. 29—35). Какая из гипотез правильна?

Английские ученые М. Ватсон и Д. Рикеттс считают верными оба предположения: часть слабых рентгеновских источников — это далекие скопления галактик, квазары и т. д., остальные расположены неподалеку от нас. Близкие источники представляют собой двойные системы, в которых около общего центра масс обращаются релятивистская звезда и обычная. Основанием для такого вывода послужило отождествление слабого рентгеновского источника 2A 0042+323 со звездой 19-й величины. То, что это двойная система, удалось доказать: приборы спутника «Ариэль» в феврале 1977 года зарегистрировали регулярные изменения яркости с периодом 11,6 суток. Если источник находится в нашей Галактике, то можно ограничить класс звезд, с которыми он связан. Скорее всего, обычный компонент в системе 2A 0042+323 имеет массу не более солнечной. Рентгеновское излучение возникает при аккреции (падении) вещества, теряемого карликовой звездой, на релятивистский компонент. М. Ватсон и Д. Рикеттс полагают, что орбита этой двойной системы сильно вытянута и аккреция (а значит, и рентгеновская светимость) возрастает, когда звезды сближаются. Это происходит через 11,6 суток.

«Monthly Notices of Royal Astronomical Society», 183, 5, 1978.

Профессор
Н. В. ВАСИЛЬЕВ
С. А. РАЗИН



Что известно о Тунгусском метеорите

Исследованием Тунгусского метеорита стали заниматься только спустя 20 лет после падения, хотя его пролет, взрыв, да и последовавшие за этим светлые ночи летом 1908 года сразу же привлекли внимание многочисленных наблюдателей.

Первооткрывателем места падения Тунгусского метеорита был Л. А. Кулик. Его экспедиции обнаружили в междуречье Подкаменной и Нижней Тунгуски участок тайги, уничтоженный космической катастрофой 30 июня 1908 года. Л. А. Кулик опросил очевидцев этого события и установил связь между взрывом в сибирской тайге и светлыми ночами лета 1908 года. Однако предпринятые Л. А. Куликом поиски метеорита или осколков его не увенчались успехом, что в те времена расценивалось как неудача. Сейчас, столетия спустя, из всего, что было сделано Л. А. Куликом, именно этот отрицательный результат представляет наибольший интерес. Отсутствие метеорита или его осколков в районе Тунгусской катастрофы подчеркивает уникальный характер этого природного явления.

Великая Отечественная война и гибель Л. А. Кулика («Земля и Вселенная», № 3, 1975, с. 72.—Ред.) задержали дальнейшие работы в сибирской тайге. Итог довоенных исследований подвел Е. Л. Кринов в своей книге «Тунгусский метеорит», которая увидела свет в 1949 году. Новая экспедиция отправилась в район падения только в 1958 году. С этого времени каждый летний сезон здесь проводятся обширные научные исследования.

30 июня 1908 года над центральной Сибирью наблюдался полет ослепительно яркого болида, закончившийся взрывом. Событие это относится к числу выдающихся в истории метеоритики и астрономии, оно породило массу споров, вызвало к жизни ряд гипотез и не получило окончательного объяснения до сих пор.

ТРИ ГИПОТЕЗЫ

Нередко говорят, что о природе Тунгусского метеорита высказано более ста гипотез... В действительности никаких ста гипотез не существует и не существовало, ибо нельзя возводить в ранг гипотезы научную шутку, ничем не обоснованную версию или прямой розыгрыш. Предложено всего три гипотезы происхождения Тунгусского метеорита, каждая из которых разрабатывается в нескольких вариантах.

В довоенные годы это событие интерпретировалось с позиций господствовавшего тогда в метеоритике представления. Считалось, что Тунгусское тело было обычным, но **очень крупным железным или каменным метеоритом**, который упал на поверхность Земли в виде одной или нескольких глыб. Такого мнения придерживались вплоть до 1958 года, хотя экспедиции Л. А. Кулика показали уязвимость подобной точки зрения. Ведь согласно этой гипотезе, в эпицентре катастрофы должен был образоваться крупный метеоритный кратер или кратерное поле, а обнаружить их не удалось.

В 1962 году после работ экспедиций

Комитета по метеоритам АН СССР (руководитель К. П. Флоренский) и Комплексной самостоятельной экспедиции (руководитель Г. Ф. Плеханов) стало очевидным, что кратерного поля в районе катастрофы нет. Тогда же было доказано, что взрыв Тунгусского тела произошел на высоте 5—10 км. Это никак не вязалось с его метеоритным происхождением.

Версия о **кометной природе** Тунгусского явления была высказана еще в 1930 году Ф. Уипплом в Англии, а затем И. С. Астаповичем в Советском Союзе, одно время к ней склонялся и Л. А. Кулик. В 1961—1964 годах кометную гипотезу обновил и детализировал академик В. Г. Фесенков («Земля и Вселенная», № 3, 1968, с. 4—10.—Ред.).

Были сделаны попытки объяснить природу Тунгусского метеорита с нетрадиционных позиций первоначально в популярной, а затем и в научной печати. Советский геофизик А. В. Золотов разработал гипотезу о **ядерной природе** Тунгусского взрыва, которая изложена в монографии «Проблема Тунгусской катастрофы 1908 года», изданной в 1970 году.

Ниже мы покажем, что имеющимся сейчас фактам лучше соответствует модифицированная кометная гипотеза, однако считать вопрос исчерпанным пока еще преждевременно. Шансы на успех у гипотезы ядерного взрыва, по нашему мнению, невелики.

ПОСЛЕДСТВИЯ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ

Желая заинтриговать читателя, популяризаторы Тунгусской проблемы



делают акцент на имеющихся в ней неясностях. У читателя создается впечатление, что несмотря на 50 лет интенсивных работ, ничего окончательно не установлено. На самом деле в настоящее время можно достаточно полно нарисовать физическую картину Тунгусского взрыва и выска-

зать более или менее обоснованные предположения о его природе. О них «Земля и Вселенная» уже рассказывала (№ 1, 1975, с. 29—35.—Ред.), поэтому мы лишь кратко воспроизведем основные данные, известные о Тунгусском метеорите к началу 1978 года.

30 июня 1908 года около семи часов утра по местному времени в междуречье Лены и верховий Подкаменной Тунгуски пролетел **яркий болид**. Двигаясь почти строго с вос-

тока на запад (азимут 95°), метеоритное тело разрушилось в нижних слоях атмосферы Земли над районом, расположенным в 65 км к северо-западу от фактории Ванавара на Подкаменной Тунгуске. Взрыв не был мгновенным; тело двигалось в атмосфере, интенсивно разрушаясь, на протяжении почти 18 км. Энергия взрыва составила $(4-8) \cdot 10^{23}$ эрг, что соответствует тротиловому эквиваленту 10—20 Мт. Около 10% этой энергии превратилось в **световую вспышку**, а остальная породила **барические и сейсмические явления**. Взрывная волна разрушила лесной массив на площади 2150 км², вызвав сейсмическую волну, которую зарегистрировали в Иркутске, Ташкенте, Тифлисе, Йене, и породила воздушную волну, обогнувшую земной шар. По-видимому, взрыв Тунгусского тела сопровождался также **магнитной бурей**, отмеченной в Иркутске. Световая вспышка обожгла лес на площади около 250 км² и способствовала возникновению лесного пожара на значительной территории. Тунгусский взрыв вызвал также **перемагничивание почв** в радиусе примерно 30 км вокруг эпицентра.

Метеоритного кратера в районе падения нет, отсутствуют там и ударные воронки. Различные образования, неоднократно принимавшиеся за кратерные структуры, оказались деталями земного ландшафта.

Поиски распыленного вещества Тунгусского тела привели к открытию в 1961—1962 годах обширной зоны почв, обогащенных космической пылью. Эта зона располагается примерно в 80 км и далее к северо-западу от места падения. Позднее, в

■
Место падения Тунгусского метеорита 50 лет назад (вверху) и в наши дни (внизу)

Фото Е. Кринова и В. Петухова

1969—1977 годах, было показано, что в районе катастрофы слой торфа в болотах, включающий прирост 1908 года, содержит застывшие микроскопические капли силикатного и металлического расплава, по-видимому, космического происхождения. Четко выделяются две зоны обогащения, одна из которых находится непосредственно в эпицентре катастрофы, а другая расположена в 80 км к северо-западу от него.

В районе катастрофы наблюдается ряд аномальных биологических эффектов: резко повышенное число мутаций у деревьев и ускоренный прирост леса.

Таков общий контур картины, обобщившейся после многолетних работ, которые продолжаются и по сей день.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

Начиная с 1975 года экспедиции Томского государственного университета, Всесоюзного астрономо-геодезического общества и Комиссии по метеоритам Сибирского отделения АН СССР вместе с сотрудниками отдела космохимии Института геохимии и физики минералов АН УССР получают новые данные о космическом веществе в районе падения Тунгусского метеорита. Оказалось, что слой торфа, датируемый 1908 годом, обогащен кобальтом, никелем, редкоземельными металлами, свинцом и серебром. Особенно обильны эти химические элементы в торфяных болотах, расположенных примерно в 5 км к западу от эпицентра взрыва. Здесь же почвы и торф максимально

обогащены сколовым радиоуглеродом. Последнее обстоятельство требует пояснения.

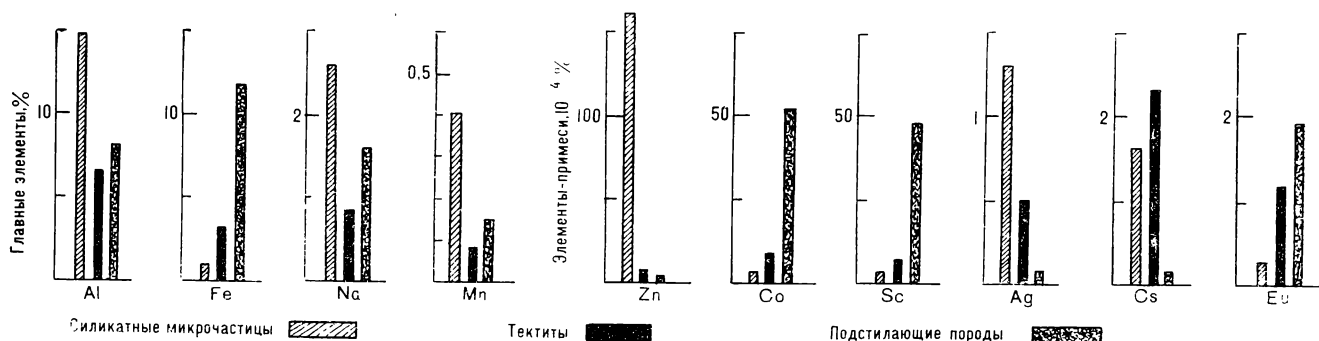
Большая часть космического вещества состоит, по-видимому, из соединений кремния. В Космосе вещество подвергается воздействию первичного космического излучения, в результате чего кремний переходит в радиоуглерод ^{14}C . Образовавшиеся атомы радиоуглерода (его называют сколовым) остаются в тех же узлах кристаллической решетки, что и родительский атом кремния. Такая реакция в естественных условиях происходит только в Космосе. Поэтому, зная содержание данной формы радиоуглерода в веществе, можно судить о том, какая его часть сформировалась в Космосе.

Метод определения сколового радиоуглерода в районе Тунгусской катастрофы предоставляет уникальные возможности. До сих пор космическое вещество выделялось из почв и торфа на основе морфологических критериев — поиски и анализ капель расплава. По самым оптимистическим оценкам, масса обнаруженных расплавленных капель не превосходит нескольких сот килограммов, что противоречит оценкам массы Тунгусского тела, составляющей не менее 100 000 т. Поэтому возникло предположение, что значительная часть вещества Тунгусского метеорита выпала на землю в виде неоплавленных остроугольных частиц. Напомним, что несмотря на большой тротиловый эквивалент Тунгусский взрыв имел низкую плотность энергии. Ведь тело двигалось и взрывалось в течение одной-двух секунд, пройдя за это время около 18 км. В результате ог-

ромная энергия взрыва рассредоточилась вдоль заключительного участка траектории. Температурные условия в периферийной зоне взрыва были таковы, что значительная доля тугоплавкого материала в исходном или слегка измененном состоянии могла выпасть на землю. Именно это тугоплавкое вещество и можно выделить по содержанию сколового радиоуглерода.

В 1975—1976 годах впервые попытались обнаружить сколовый радиоуглерод в почвах и торфах района Тунгусской катастрофы. Аналитическая часть работы была выполнена в отделе космохимии Института геохимии и физики минералов АН УССР под руководством профессора Э. В. Собоновича. Оказалось, что и почва, и торф близ эпицентра взрыва заметно обогащены сколовым радиоуглеродом, причем этот эффект наблюдается в тех слоях торфа, которые образовались в 1908 году. Размеры частиц, содержащих радиоуглерод, меньше 200 мкм. Иными словами, близ эпицентра взрыва космическое вещество выпадало в мелкодиспергированном виде. Кроме силикатов из этих же слоев были извлечены металлические частицы — оплавленные и остроугольные. Анализ подтвердил предположение о их космогенном происхождении. Действительно, содержание никеля в них примерно такое же, как в железных метеоритах, в металлических частицах много кобальта, обнаружены также следы меди и платины. Количество таких частиц заметно выше в торфяном слое, датируемом 1908 годом. Содержащийся в этом же слое свинец более древний, чем в других слоях торфа. Таким образом, получено еще одно подтверждение, что в 1908 году в данной местности выпало необычайно много космического вещества.

В последнее время опубликованы результаты нейтронно-активационного анализа различных слоев торфа из района Тунгусского падения. Этот метод — один из самых чувствительных, с его помощью определяют очень малые концентрации элементов в микроскопических навесках веществ-



ва. Исследуемый образец облучают в реакторе потоком нейтронов, затем изучают наведенную радиоактивность образца. По энергетическим спектрам излучения образца определяют, какие элементы в нем содержатся и в каком количестве. В нескольких колонках торфа, взятых в эпицентре Тунгусского взрыва, С. П. Голенецкий обнаружил повышенное содержание цинка, железа, кальция, калия, брома, цезия, свинца, ртути и золота в том слое, который образовался в 1908 году. С. П. Голенецкий полагает, что часть вещества Тунгусского метеорита была вдавлена ударной волной в торфяники, где и сохранилась до настоящего времени. Если это предположение подтвердится, мы сможем более определенно судить об изотопном составе Тунгусского тела, а следовательно, и его происхождении.

Интересные данные о химической природе тугоплавкой составляющей Тунгусского тела были получены Е. М. Колесниковым, А. Ю. Люль, Г. М. Ивановой. Они подвергли нейтронно-активационному анализу силикатные микроскопические частицы, которые обнаружили в слое торфа, датированном 1908 годом. Эти частицы богаты цинком, серебром, алюминием, натрием и марганцем.

Хотя исследования пока не дали полного представления о химическом составе Тунгусского тела, можно думать, что оно **сильно отличалось** по своему составу от железных и каменных метеоритов. Вероятно, такое различие связано с кометным происхождением Тунгусского метеорита. По-видимому, 30 июня 1908 года в

земную атмосферу вторглось ядро небольшой кометы.

ДВИЖЕНИЕ В АТМОСФЕРЕ

Продолжается детальный анализ картины вывала леса, вызванного падением Тунгусского метеорита. Располагая такой картиной, исследователи пытались решить «обратную» задачу — определить на ее основе параметры ударной волны (или системы волн), повалившей деревья. Первую попытку сделал в 1968 году А. В. Золотов. Однако в его решении не учитывалась неоднородность атмосферы. В. А. Бронштэн, а затем Л. В. Овсянников разработали приближенные методы учета неоднородности атмосферы при распространении сферических и цилиндрических ударных волн. В 1973—1975 годах В. А. Бронштэн и А. П. Бояркина выполнили серию расчетов свойств ударных волн Тунгусского метеорита: баллистической, сопровождавшей движение Тунгусского тела в атмосфере, и взрывной.

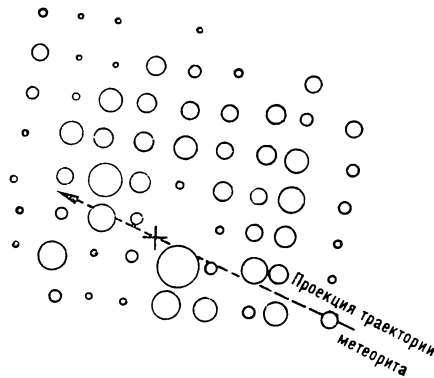
Другими методами «обратную» задачу решали В. П. Коробейников, П. И. Чушкин и Л. В. Шуршалов. Они предполагали, что Тунгусское тело прогрессивно разрушалось в земной

атмосфере и выделение энергии постепенно нарастало. Кроме того, они учли действие ускорения силы тяжести на ударную волну. Поэтому их решение можно считать наиболее правильным. Полученная ими картина вывала леса («бабочка») очень похожа на действительную. Однако, согласно расчетам В. П. Коробейникова и его сотрудников, угол входа Тунгусского тела в земную атмосферу (наклон траектории) слишком велик (40°) и противоречит наблюдениям очевидцев. Полет Тунгусского тела заметили на Нижней Тунгуске — в 300 км от эпицентра взрыва, а поскольку днем болиды никогда не бывают видны выше 100 км, наклон траектории не мог превосходить 20°. Но возможно, что наклон траектории менялся во время полета.

Оценка энергии баллистической волны, по данным В. П. Коробейникова и его сотрудников, составляет $1,4 \cdot 10^{17}$ эрг/см, энергии взрыва — 10^{23} эрг. В сумме это эквивалентно выделению энергии при взрыве 10 Мт тротила (в 500 раз больше энергии взрыва атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму). Примерно такую же величину энергии получил сейсмолог И. П. Пасечник, обработавший сейсмограммы Тунгусского взрыва.

Интересную модель Тунгусского метеорита предложили академик Г. И. Петров и В. П. Стулов («Земля и Вселенная», № 4, 1975, с. 74—75). По их мнению, метеорит напоминал гигантскую снежинку из кометных льдов с небольшими вкраплениями тугоплавкого материала. Тело такой структуры неизбежно должно разрушиться при входе в плотные слои

■ *Содержание некоторых химических элементов в силикатных микроскопических частицах из района падения Тунгусского метеорита, в тектитах и подстилающих породах на территории Тунгусской катастрофы. Силикатные частицы обогащены алюминием, натрием, марганцем, цинком, серебром*



земной атмосферы. При этом выделяется большое количество энергии.

Существенным для трактовки физики Тунгусского явления может оказаться эффект перемагничивания почв в районе катастрофы. Эффект был обнаружен С. Д. Сидорасом и А. П. Бояркиной в 1969 году и в дальнейшем детально изучался. Суть его состоит в том, что характеристики намагниченности почв в районе Тунгусского взрыва резко изменены. Почва как бы подверглась кратковременному воздействию сильного магнитного поля. Перемагничивание почв прослеживается на большой территории, границы которой еще окончательно не определены. Природа этого эффекта пока не вполне ясна. Не исключено, что дешифровка механизма перемагничивания почв может оказаться одним из решающих моментов в истории изучения Тунгусского метеорита.

В итоге многолетних научных поисков чаша весов все более склоняется в пользу кометной гипотезы Тунгусского метеорита.

АНОМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

У читателя может сложиться впечатление, что Тунгусская проблема утратила свою остроту и дальнейшие исследования не сулят неожиданных поворотов. Однако это не так. Свидетельством тому — открытие в 1976 году сотрудником Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР В. А. Драгавцевым необычного биологического эффекта в эпицентре катастрофы. В. А. Драгавцев, применив современные математические методы генетического анализа,

установил, что в зоне полета Тунгусского метеорита резко возрастает частота мутаций у сосны, причем максимум мутаций наблюдается вблизи расчетного эпицентра взрыва. Как известно, мутации вызываются жесткими ионизирующими излучениями, в некоторых случаях их причиной могут быть химические факторы или электромагнитные возмущения. Какова природа мутационного эффекта в районе Тунгусского взрыва, сказать трудно. Необходимы дальнейшие исследования.

Не получил объяснения также и ускоренный прирост леса, возобновляющегося после катастрофы. Попытка связать ускоренный прирост леса с чисто экологическими моментами (осветление местности после повала деревьев, вызванного взрывом, отступление вечной мерзлоты, внесение в почву зольных элементов после пожара) себя не оправдала. В то же время предположение о том, что вещество Тунгусского метеорита стимулирует рост деревьев, строго пока не доказано. Как следует из модельных опытов, проведенных Л. К. Кухарской в 1976 году, способность почв района стимулировать рост растений пропорциональна содержанию редкоземельных элементов, в частности, лантана и иттербия. Концентрация этих элементов в почвах

района падения Тунгусского метеорита и в слое торфа, датированном 1908 годом, повышена. Если допустить, что это вызвано попаданием в среду вещества Тунгусского метеорита, то мы с неизбежностью придем к заключению о необычном его составе.

В самое последнее время внимание привлекло сходство Тунгусского метеорита со взрывающимися болидами, которые многократно регистрировались болидной сетью США. Взрывающиеся болиды порождаются крупными, очень рыхлыми образованиями, имеющими, скорее всего, кометную природу. Их вторжение в земную атмосферу, как правило, сопровождается взрывоподобным разрушением. По мнению В. А. Бронштэна, Тунгусский метеорит принадлежит именно к таким космическим телам. Если это предположение подтвердится, станет очень вероятным родство Тунгусского метеорита с углистыми хондритами — особым классом каменных метеоритов, редко достигающих поверхности Земли.

Проблема Тунгусского метеорита упорно и кропотливо изучается. Выясняются все новые обстоятельства этого замечательного природного явления. Расшифровка его, вероятно, позволит лучше понять происхождение и эволюцию комет. Решение этих вопросов представляет большой интерес для космогонии Солнечной системы.

■ *Мутационный эффект у сосен в районе Тунгусского взрыва (эпицентр отмечен крестиком). Величина эффекта пропорциональна площади кружков*



Кандидат физико-математических наук
Б. В. КОМБЕРГ

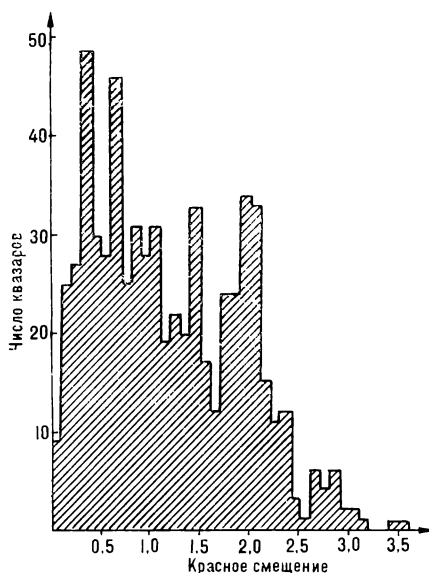
Ближкие квазары — рентгеновские источники

К настоящему времени квазары из экзотических объектов превратились в довольно представительную группу внегалактических источников. В каталоге, составленном Дж. Бербиджем, А. Кроувне и Х. Смитом (начало 1977 года), их насчитывается уже 640, а кандидатов в квазары — несколько тысяч.

Каждый год появляются сведения о нескольких десятках новых квазаров, для которых получены спектры и измерены красные смещения. Особенно резко возросло за последние годы число обнаруженных далеких квазаров с красным смещением более 1,7. Это связано с тем, что поиски квазаров начались в Межамериканской обсерватории Сьерро Тололо (Чили) на 1,5-метровом телескопе, перед объективом которого поставлена большая призма. (Такой метод около 15 лет назад применил Б. Е. Маркарян в Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР для поиска галактик с ультрафиолетовым избытком в спектре.) На фотопластинке получают одновременно спектры сотен объектов, попавших в поле зрения телескопа. Правда, спектры эти не годятся для подробного анализа, в них можно увидеть только сильные линии излучения на фоне непрерывного свечения. Но именно в спектрах квазаров и встречаются сильные линии!

Американские астрономы показали, что среди слабых (меньше 17^м) звездобразных объектов, в спектре которых заметна одна сильная линия излучения, почти 80% — далекие квазары. Сильная линия — это смещенная в видимую область спектра ли-

Рентгеновские спутники помогают астрономам открывать близкие квазары.



ния нейтрального водорода L_{α} . Обычно она наблюдается в ультрафиолетовом диапазоне спектра.

Далекие квазары представляют большой интерес для космологии. Благодаря громадной светимости они видны почти с границы доступной наблюдениям части Вселенной и поэтому незаменимы в изучении межгалактической среды и моделей ми-

ра. Самый далекий известный квазар — OQ 172 имеет красное смещение 3,53. Пока открыто только пять квазаров с красным смещением больше трех.

Но астрофизиков сейчас привлекают не далекие, а близкие квазары. Есть надежда, что именно с их помощью удастся лучше понять природу квазаров, которые оказались удивительно похожими на активные ядра галактик. Уточним, что подразумевается под словом «близкие» квазары. Ясно, что расстояния до них сравнимы с расстояниями до галактик. Ближайшая к нам гигантская галактика Туманность Андромеды отстоит на 650 кпс. Расстояние до центра Местного скопления галактик, находящегося в созвездии Девы, составляет уже около 20 000 кпс. Рекорд дальности долгое время принадлежал радиогалактике 3C 295, красное смещение которой равно 0,46 (1). Однако с развитием техники астрономических наблюдений на больших телескопах стали получать спектры очень слабых объектов (до 22^м), и тогда обнаружили и более далекие галактики. Все они — мощные радиоисточники. Это — радиогалактики 3C 411 (звездная величина 19,5^м, красное смещение 0,469), 3C 123 (21^м, 0,637), 3C 343.1 (20,7^м, 0,75) и 3C 318 (19^м, 0,752). А недавно в центре скопления галактик была открыта голубая галактика (звездная величина 21,1^м), имеющая красное смещение 0,947! Таким образом, некоторые галактики расположены гораздо дальше многих квазаров. Мы будем называть «близкими» квазары с красным смещением меньше 0,1 (расстояние до 600 кпс). Их до не-

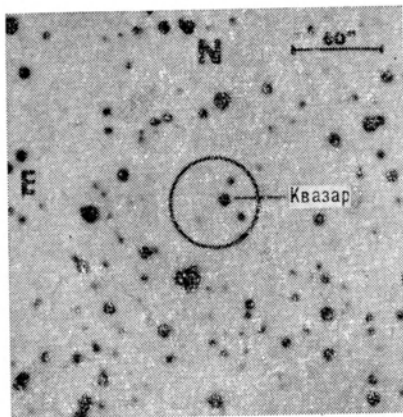
■ *Распределение 643 известных квазаров в зависимости от красного смещения*



давнего времени было известно всего девять. Близкие квазары оказались труднее обнаружить в оптическом диапазоне, чем далекие. И тут на помощь оптической астрономии пришла рентгеновская!

Пока точность определения координат рентгеновских источников не превосходила нескольких градусов, говорить о их надежном отождествлении с квазарами было преждевременно. В первом каталоге рентгеновских источников, составленном по результатам наблюдений с американского спутника «Ухуру», среди двухсот объектов был лишь один квазар 3C 273. Его рентгеновская светимость в диапазоне энергий 2—10 кэВ достигала фантастической величины— 10^{46} эрг/с! Сегодняшние рентгеновские спутники оснащены приборами, которые позволяют определять координаты с точностью в несколько десятков угловых секунд. (Это всего в 10 раз хуже, чем точность оптических измерений.) В «кружках ошибок», то есть в диаграмме направленности приборов этих спутников, не так уж много оптических объектов, и их все можно исследовать.

В 20-секундном «кружке ошибок» американского спутника SAS-3 на месте ранее известного рентгеновского источника 4U 0241+61 видна голубая звезда 16-й величины. Так как она расположена лишь в $2,4^\circ$ к северу от плоскости Млечного Пути, то, по всей вероятности, из-за поглощения в веществе она ослаблена не менее чем на 5 звездных величин. Спектр этой звезды был получен на 3-метровом телескопе Ликской обсерватории. Линии излучения



в нем отождествляются с широкими линиями водорода H_α , H_β и узкими — гелия He I и кислорода [O III] только при красном смещении около 0,044. Линии поглощения в спектре этого объекта принадлежат нашей Галактике. Таким образом, рентгеновский источник 4U 0241+61 был отождествлен не со звездой нашей Галактики, как ожидалось, а с очень близким квазаром, отстоящим от нас всего на 260 Мпс. Абсолютная звездная величина его, равная—26, типична для квазаров. С квазаром связан слабый радиисточник, угловые размеры которого меньше $1''$, и, возможно, источник гамма-излучения.

■ Близкий квазар, с которым отождествлен рентгеновский источник 4U 0241+61. Очерчен «кружок ошибок» приборов рентгеновского спутника SAS-3

Рентгеновский поток от этого квазара в диапазоне 2—11 кэВ равен примерно $3 \cdot 10^{-11}$ эрг/см²·с, что соответствует светимости $3 \cdot 10^{44}$ эрг/с.

Почти одновременно рентгеновский источник 2A 2251—179 (открыт английским спутником «Ариэль-5») был отождествлен со звездой 16-й величины. Когда получили ее спектр, оказалось, что это — квазар с красным смещением 0,068. С этим квазаром также связан слабый радиисточник.

Итак, рентгеновская астрономия, достигшая за последние годы поразительных успехов, активно помогает астрономам в отождествлении необычных объектов, к числу которых относятся и близкие квазары. Их исследования, безусловно, позволят разобраться в природе протяженных туманностей, окружающих квазары. Если там обнаружат звезды, значит квазар — очень бурная стадия в жизни ядра гигантской галактики. Не исключено, что в этих туманностях звезд еще нет, а только горячий, ионизованный мощным излучением квазара газ. Тогда квазар — это ядро в протогалактике. Возможен и промежуточный вариант, когда квазары оказываются ядрами молодых галактик, в которых еще не закончился процесс бурного звездообразования.

Разведчики глубин

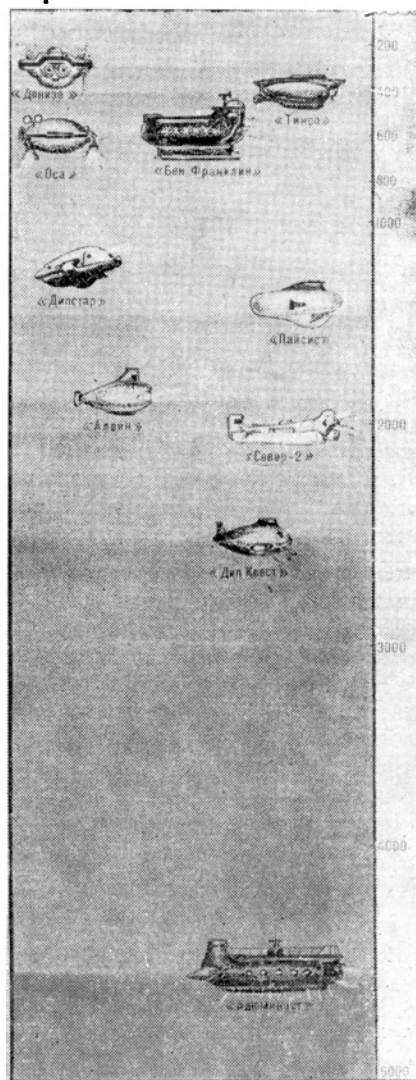
«ПЕРВЫЙ, КТО, СДЕЛАВ КОРАБЛЬ, ПЕРЕСЕК ГЛУБИНУ ВОДЯНУЮ» *

Еще в далекую старину люди предвидели появление подводных кораблей. Однако подводные суда издавна рассматривались как истребительное оружие войны. Иного применения их изобретатели и не мыслили. Была вооружена минами и подлодка, построенная в 1856 году в Петербурге. После нескольких не слишком успешных погружений она затонула.

И все же, несмотря на плачевный исход испытаний, подлодка оставила след в науке. Это было первое судно, использованное для научных экспериментов. Впервые в подводном корабле нашлось место для исследовательских приборов и реактивов. На подлодке неоднократно опускались академик Э. Х. Ленц и другие русские физики. Ученые, находившиеся на борту этой неуклюжей и ненадежной субмарины, проводили геомагнитные исследования под водой, регистрировали давление, температуру и влажность воздуха на борту подводного корабля, ставили физиологические опыты, через иллюминатор сделали несколько подводных фотоснимков и наблюдали представший их взору мир балтийских глубин.

С тех пор идея использовать субмарину в исследовании морских глубин уже не нуждалась в доказательствах. Тем более, что подводное судостроение медленно, но уверенно набирало силы в России, Англии, Франции, Германии, США и других странах. Однако

Научно-исследовательские подводные лодки — ровесницы спутников и космических кораблей. Их вклад в науку и практическое освоение мира больших глубин велик и неоспорим.



минуло столетие, прежде чем появилась первая по-настоящему исследовательская подводная лодка, всецело отданная в распоряжение ученых.

В 50-х годах решением Советского правительства одна из подводных лодок ВМС была разоружена и переоборудована в первоклассную научную лабораторию — своеобразный подводный филиал Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. (Институт к этому времени уже имел солидный опыт изучения моря с борта привязных гидростатов.)

Подлодку, сменившую торпедные аппараты на глубоководные светильники, фото- и киноаппаратуру, назвали «Северянкой». Такое имя она получила неспроста: подлодка работала в суровых условиях Заполярья.

За долгие годы службы в науке «Северянка» участвовала во многих экспедициях, преодолела десятки тысяч миль, выполнила сотни погружений. Только во втором рейсе лодка безостановочно прошла 4000 миль, из них несколько сот под водой. В этом 23-дневном походе исследователи впервые наблюдали зимующую сельдь: оцепенелые рыбы неподвижно висели в воде в самых необычных позах — вверх и вниз головой, по диагонали и даже кверху брюшком... Это сонное царство под ослепительными лучами мощных 1000-ваттовых светильников неожиданно ожило. Рыбы пробуждались и уплывали прочь, в темноту...

В другой раз «Северянка» зашла под разноглубинный трал, буксируемый надводным судном. Создатели

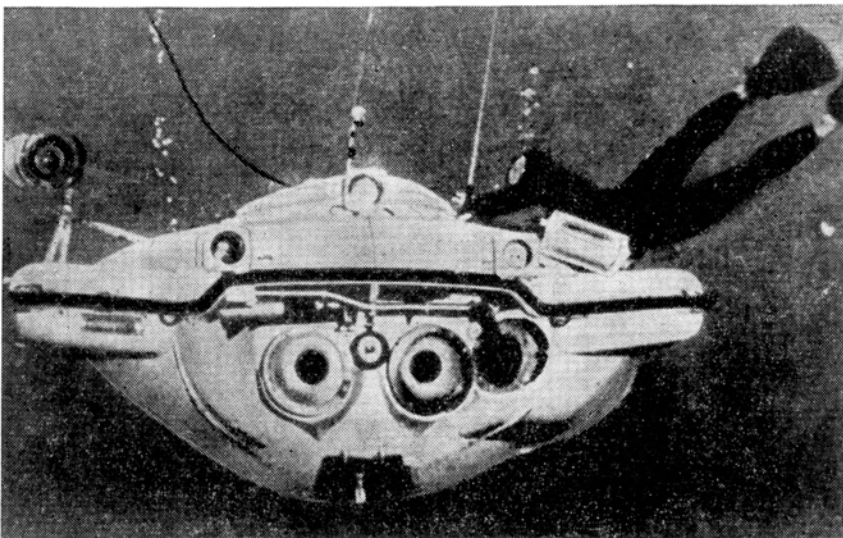
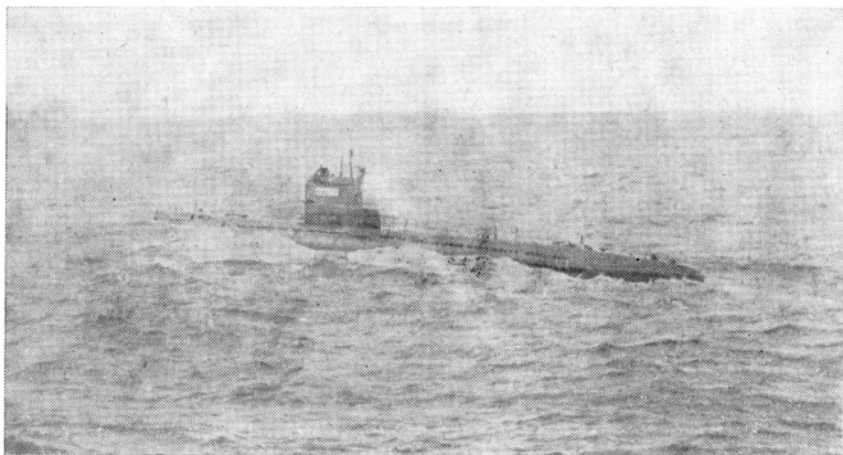
* Начальная строка из поэмы Клавдиана «Похищение Прозерпины».

орудий лова, находившиеся на борту подлодки, смогли не только наблюдать, но и снять на киноплёнку, как раскрывался трал и захватывал свою добычу.

«Северянка» недолго оставалась в одиночестве. В СССР и в других странах один за другим стали появляться все новые разведчики морских глубин.

ГЛУБОКОВОДНАЯ ЭСКАДРА КАПИТАНА КУСТО

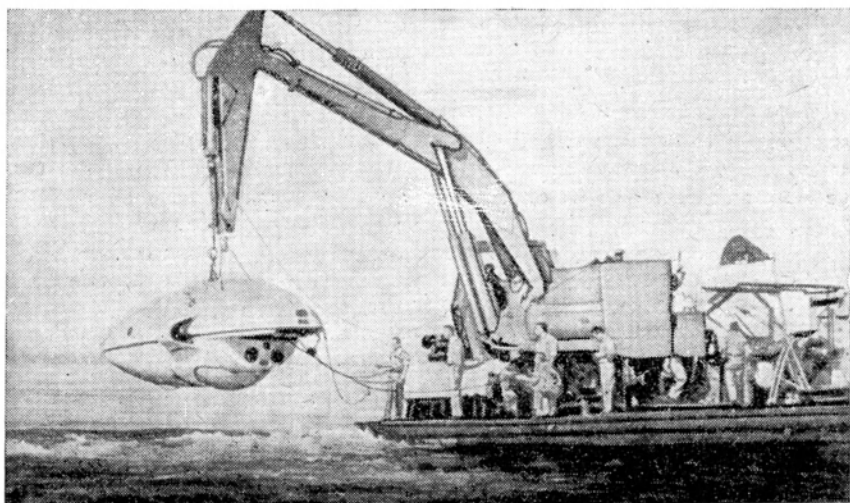
Два человека в водолазных фесках и свитерах протискиваются сквозь узкую горловину и тщательно задраивают за собой люк. Руки скользят по кнопкам и клавишам электрической панели, опробуя регенерационный аппарат, магниевую вспышку, фото- и кинокамеры, магнитофоны. Подвешенная краном подлодка мягко опускается на воду, освобождается от



■ *Первая советская научно-исследовательская лодка «Северянка»*

■ *Подводная лодка «Дениза», созданная при участии известного французского океанолога Ж.-И. Кусто. Стальной корпус лодки имеет эллипсоидальную форму с максимальным диаметром 2 м и высотой 1,43 м. Масса лодки 3,5 т, экипаж — два человека. Лодка работает на глубинах до 300 м*

■ *«Дипстар-4000» перед погружением. Этот подводный аппарат создан по образцу «Денизы». Длина «Дипстара» 5,5 м, ширина 3,5 м, высота 2,1 м, масса 9 т, экипаж — три человека. Максимальная глубина погружения 1220 м*



привязи и уходит на глубину. Включается эхолот. Он посылает и принимает сигналы, предупреждающие о возможных препятствиях, которые могут встретиться на пути «Денизы».

Подводная лодка «Дениза» — неизменная участница многих экспедиций Ж.-И. Кусто. Свое название она получила в честь Денизы Моллар — жены главного конструктора подлодки. Лодка, овальная, приземистая, со светящимися выпученными иллюминаторами и механическими клешнями, напоминает существо из фантастического романа. Однако ее столь экзотический вид отнюдь не был данью моде или причудой создателей — инженеров Ж. Моллара, А. Лабана и Ж.-И. Кусто. Сочетание черепахообразного корпуса «Денизы» и особого реактивного движителя с вращающимися соплами, выстреливающими струи воды, обеспечивает ей почти все степени свободы. Лодка одинаково легко и послушно перемещается вперед и назад, вправо и влево, кружится вокруг своей оси и зависает на одном месте, делает наклоны в нужную сторону.

Начав свою службу в 1960 году, «Дениза» совершила более 2000 погружений в разных морях на разную глубину. Столь крупным счетом пока не может похвастаться ни одна подлодка.

Несколько позже подводный флот Кусто пополнился двумя лодками-близнецами «SP-500» («Soucoupe plongeante» — ныряющее блюдце), созданными по образу и подобию «Денизы». Но в отличие от «Денизы», спускающейся на глубину до 300 м, скорлупки этих одноместных малюток выдерживают, как, впрочем, уже под-

сказывает само их название, 500-метровые погружения.

«ЗВЕЗДЫ» ГЛУБИН

Появление миниатюрных подлодок, которые обладали исключительной маневренностью и завидной глубиной погружения, недоступной для их предшественниц, вызвало огромный интерес во всем мире. Было очевидным, насколько удобное орудие труда получали отныне исследователи морских глубин.

Неудивительно, что «Дениза» стала родоначальницей целых семейств подводных лодок, построенных в разные годы во Франции и за ее пре-

делами. Таковы, например, американские подводные лодки «Дипстар» с индексами 2000, 4000, 12 000, 20 000, означающими глубину погружения в футах (1 фут равен примерно 30,5 см). Кстати сказать, в проектировании их принимал участие Ж.-И. Кусто. Он дал немало полезных советов американским конструкторам.


«Алвин» на поверхности моря. Внутри прочного сферического корпуса диаметром 2,1 м помещаются три человека. Масса подлодки 13,5 т. 20 июля 1965 года «Алвин» опустился на глубину 1830 м



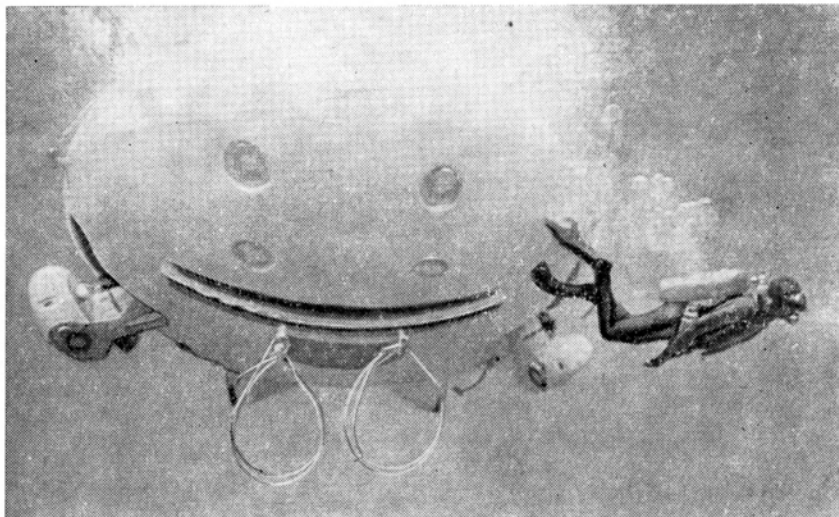
Да и испытания первенец этого семейства «Дипстар-4000» начал держать не где-нибудь, а в Марселе, откуда на родину, в Калифорнию, он возвратился по воздуху.

Американская подлодка «Дипстар-4000» сварена из пары стальных полусфер, прикрытых стеклопластиковым фюзеляжем-обтекателем со светильниками и механическими клешнями по бортам. Между пассажирской гондолой и легким, пропускающим воду кожухом-обтекателем разместились аккумуляторы, электродвигатели, балластные водяные и ртутные цистерны.

ПРИКЛЮЧЕНИЯ «АЛВИНА»

Почти на 2-километровую глубину опускается «Алвин» (подлодка названа по имени и фамилии ее изобретателя Allyn Vine). Эта американская подлодка-малютка для комплексных исследований прославилась в январе 1966 года, когда над Испанией, у деревни Паломарес, столкнувшись в воздухе, рухнули на землю два самолета ВВС США. На одном из них были четыре водородные бомбы, все без взрывателей. Три бомбы упали на сушу, четвертая угодила в Средиземное море. Именно «Алвин» в те тревожные дни первым обнаружил ее на дне моря.

Возвратясь на родину, «Алвин» продолжил прерванные исследования. И уже в следующем году выполнил 200 (!) погружений: произвел съемку железомарганцевых полей на глубине одной мили в Атлантике, измерил скорость Гольфстрима на разных горизонтах, изучил капризы звукорассеивающего слоя у мыса Гаттерас...



Бедра случилась на пятом году жизни «Алвина». В 1968 году при спуске подлодки на воду лопнули тросы подъемника и на глазах у людей лодка с открытым люком упала на 1,5-километровую глубину.

Примириться с этой тяжелой утратой было нелегко. И американские специалисты начали строить планы, как поднять «Алвин». В роли его спасательницы выступила подлодка «Алюминаут», ровесница «Алвина», с которым она когда-то вместе искала и поднимала бомбу у Паломареса. Однако спасение пришло не скоро — почти год пролежал «Алвин» на дне океана.

НА ПУТИ В АБИССАЛЬ

В разное время со стапелей сходили все новые аппараты, уверенно осваивающие глубины материкового склона. Каждый из них являл собой законченное произведение инженерно-конструкторского искусства, вобравшее лучшие достижения самых различных отраслей науки и техники — аэрогидродинамики, электроники, металлургии, металлообработки,

энергоаппаратостроения, бионики, а также авиации и космонавтики.

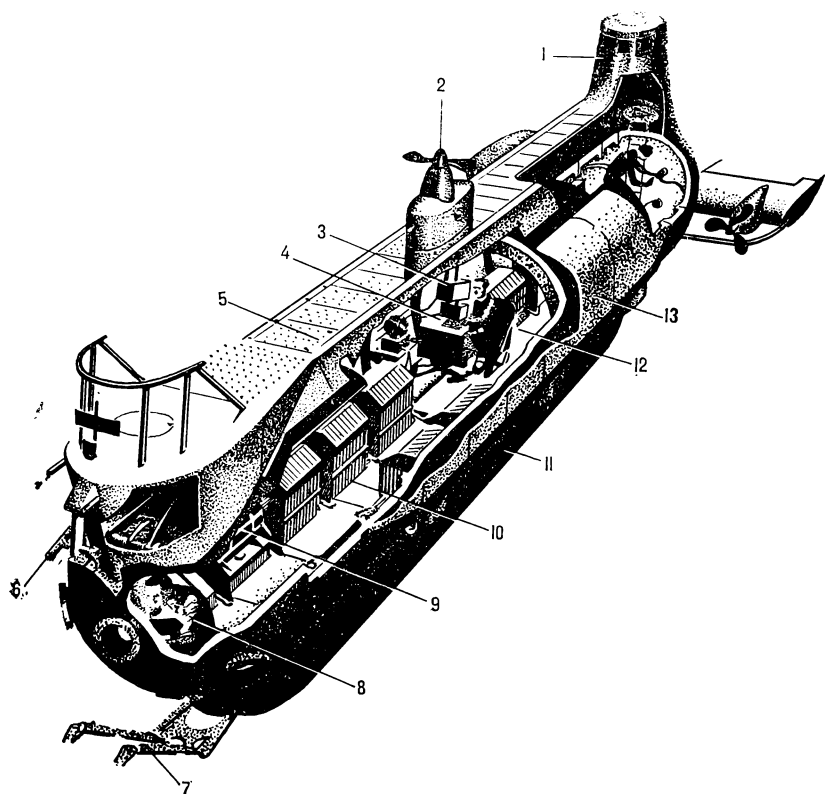
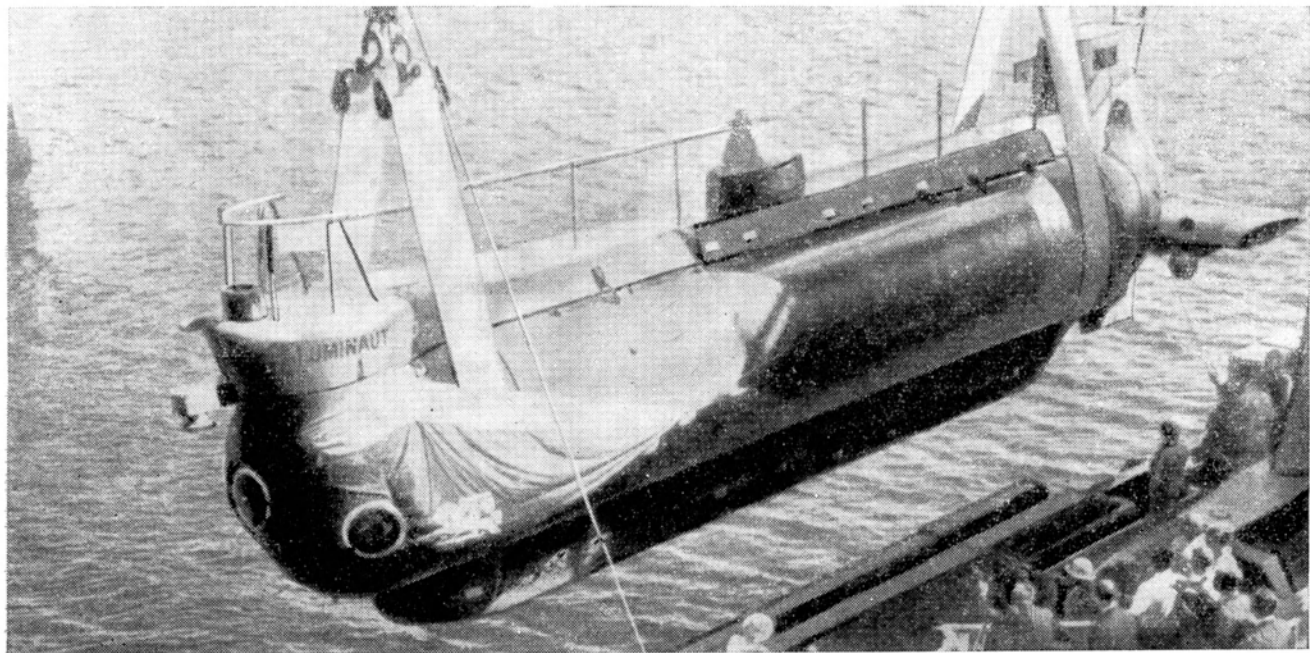
Универсален «Дип Джип» — гигантская «медуза», изготовленная в США из лучших сортов стали, стекла и пластмасс. Получив очередное задание, «Дип Джип» трансформируется то в исследователя-биолога, то в геологоразведчика, то в смотрителя подводных нефтепроводов и опор нефтебуровых платформ, то в охотника за археологическими диковинами, затопленными на дне морском.

На фюзеляж самолета-истребителя со снятыми крыльями похож «Дип Квест» («Глубинная разведка»). 28 февраля 1968 года подводная лодка с четырьмя гидронавтами — двумя исследователями и двумя бортинженерами — опустилась на 2530 м и достигла дна котловины Валеро в Тихом океане (в 150 милях к юго-западу от Сан-Диего). Путешествие к материковому откосу заняло четыре с половиной часа.

На подступах к глубоководной — абиссальной равнине много раз побывал и ветеран исследовательской подводной эскадры США «Алюминаут». Его цилиндрический корпус собран из тринадцати кованых и прокатанных секций, сделанных из алюминиевых сплавов (поэтому-то аппарат и назван «Алюминаутом»). Толщина панциря подлодки 152 мм.

Как и обычные подводные лодки, «Алюминаут» имеет удобную ходовую рубку. К месту погружения «Алю-

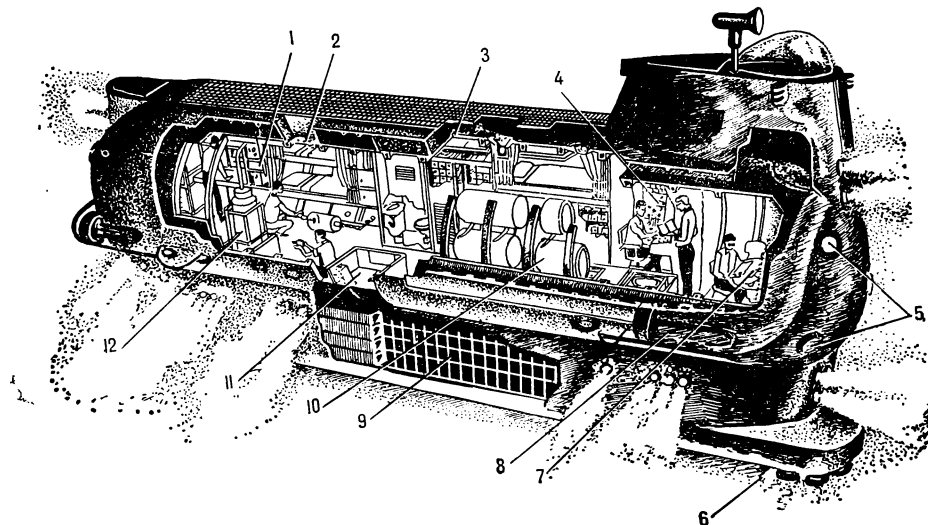
Подводная лодка «Дип Квест». Длина аппарата около 12 м, ширина 6 м, масса 50 т, его экипаж состоит из четырех человек. 28 февраля 1968 года «Дип Квест» достиг глубины 2530 м



минаут», отличающийся прекрасной мореходностью, как правило, добирается своим ходом, что практически недоступно большинству других исследовательских подводных лодок с довольно скудными резервами энергии. Без всплытия для перезарядки батарей «Алюминаут» проходит 75—100 миль, целыми сутками крейсируя в океанических глубинах.

■
«Алюминаут» перед погружением. Этот просторный глубоководный аппарат, длина которого 15 м, рассчитан на экипаж из трех человек. Масса аппарата 68 т. В 1964 году «Алюминаут» достиг глубины 4570 м

■
Продольный разрез подводного аппарата «Алюминаут». Обозначения: 1 — ходовая рубка, 2 — гребной движитель вертикального перемещения, 3 — телемонитор, 4 — гидролокатор, 5 — гидропроницаемая надстройка, 6 — телекамера, 7 — механические клешни-манипуляторы, 8 — наблюдатель, 9 — кислородный баллон, 10 — аккумуляторная батарея, 11 — гидропроницаемый киль, 12 — командир, 13 — балластные цистерны



По заявлению представителей фирмы «Рейнольдс Металл», создавшей подлодку, рабочая глубина погружения «Алюминаута» 4500 м, а точнее, 4570 м.

1500 МИЛЬ В ГЛУБИНАХ ГОЛЬФСТРИМА

Необычное путешествие — 1500-мильный дрейф по стремнинам Гольфстрима — совершила исследовательская подводная лодка «Бен Франклин», созданная по проекту Ж. Пикара.

14 июля 1969 года подлодка опустилась на глубину 570 м. В последующие дни «Бен Франклин», послушный воле течения, временами то всплывал на глубину 180—200 м, то вновь погружался на 400—600 м.

Хотя Гольфстрим и называют теплым течением, шестерым гидронавтам оно не показалось таковым. На этой глубине температура не превышала 12—13°С; холодно было и в отсеках подводной лодки. Чтобы не мерзнуть, гидронавты, экономя электроэнергию, надели теплое белье и теплую верхнюю одежду.

В районе мыса Кеннеди на лодку напала крупная меч-рыба. Однако гидронавты ощутили лишь легкое сотрясение корпуса подлодки. Нападение воинственной хищницы не принесло вреда «Бену Франклину» — его стальное покрытие крепко и надежно. Временами, включая забортные светильники, исследователи обнаруживали свиту крупных морских животных, подолгу сопровождавших медленно дрейфующее судно. Это были огромные косяки тунцов, стаи дельфинов или китов... На двадцатый

день пути «Бен Франклин» попал в окружение голубых, серых акул и акул-молотов, не предпринявших никаких враждебных действий.

Закончились тридцатые сутки дрейфа. Подводная одиссея подходила к концу. Последнюю ночь на судне никто не сомкнул глаз — столь велико было возбуждение экипажа. Наутро, 14 августа 1969 года, находясь в 300 милях от побережья Канады, «Бен Франклин» включил все четыре гребных винта и всплыл на поверхность океана. Позади — 1500 миль, 731 час 28 минут пути в глубинах Гольфстрима. За это время приборы дрейфующей обсерватории произвели около трех миллионов различных измерений.

СОЗВЕЗДИЕ РЫБЫ

По латинскому наименованию созвездия Рыбы (Pisces) названо самое многочисленное семейство исследовательских подводных лодок. «Пайсис I», построенная в Канаде, погружается на глубину 975 м. Снабженная манипулятором и буром, она, как впрочем, и остальные члены этого семейства, владеет специальностями подводного геологоразведчика, бурового мастера, строителя-монтажника, смотрителя и ремонтника подводных кораблей.

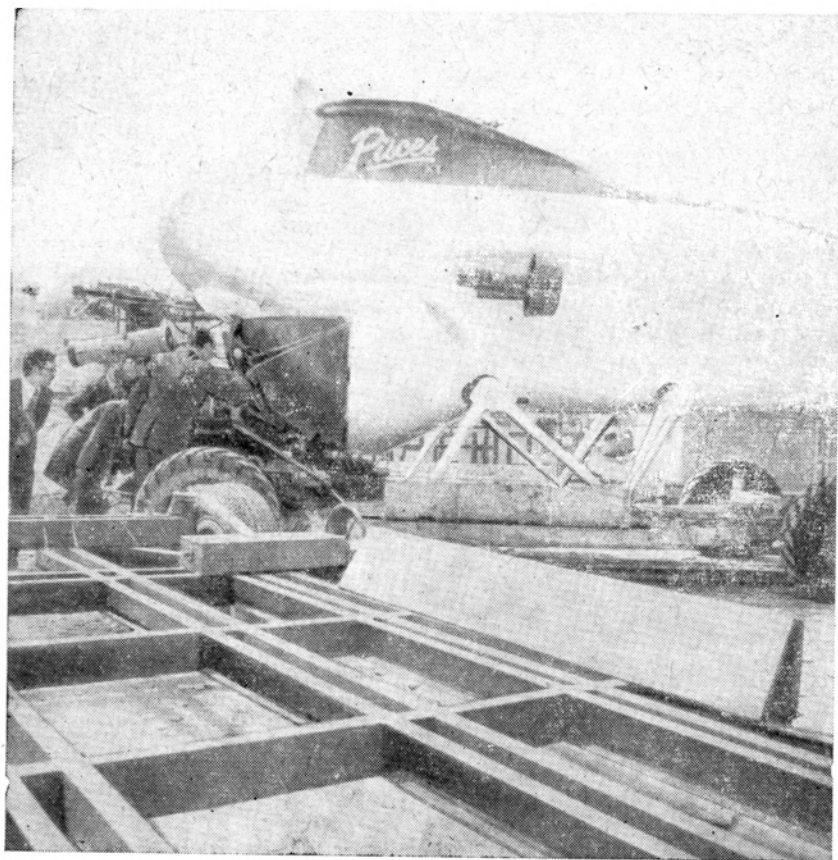
«Пайсис II» и «Пайсис III» погружаются на 1000, а подлодки более

позднего рождения — на глубину до 2000 м. В их создании, наряду с канадскими специалистами, принимали участие английские инженеры.

Две подлодки — «Пайсис VII» и «Пайсис XI», приобретенные Академией наук СССР, зачислены на службу в Институт океанологии. Советские исследователи остались довольны подлодками: они надежны и послушны в управлении.

После многочисленных погружений в Черном море обе подлодки летом 1977 года по воздуху были перебазированы на Байкал, чтобы продолжить геологические и биологические исследования этого уникального пресноводного бассейна. «Пайсисы» осуществили несколько десятков погружений на глубину до 500 м, четырь-

Устройство подводной лодки «Бен Франклин». Ее цилиндрический корпус длиной около 15 м и внутренним диаметром 3 м имеет стенки толщиной 3,5 см. Масса лодки 130 т, глубина погружения 600 м. Обозначения: 1 — научная аппаратура, 2 — верхний иллюминатор, 3 — гидрофон, 4 — пост управления, 5 — носовые иллюминаторы, 6 — донные гидрофоны и донный светильник, 7 — кают-компания, 8 — силовая установка, 9 — аккумуляторная батарея, 10 — баллоны с горячей водой, 11 — душ, 12 — кислородный баллон



надцать — на глубину от 500 до 1000 м, пять — на глубину свыше 1000 м и одно — на глубину около 1450 м. Научная информация, полученная во время байкальской экспедиции, анализируется специалистами.

■ «Пайсис XI» готовится к погружению в воды Черного моря. Длина лодки 6,1 м, ширина 3 м, масса 11 т, экипаж — три человека. Лодка опускается на глубину до 1980 м

Фото Ю. Транквелицкого

«ТИНРО-2»

Невысокую рубку захлестнуло волной, и солнечные зайчики, прыгавшие по стенке борта, разом угасли. Открылись балластные цистерны, и лодка быстро скрылась под водой. Взгляды наблюдателей переключились на экран гидролокатора: под прицелом ультразвуковых датчиков продолжала свой путь подводная лодка «Тинро-2».

Внутри подлодки многочисленные приборы бдительно следили за тем-

пературой, влажностью, содержанием кислорода и углекислоты. Акустические лучи прощупывали окружающую толщу воды. Заборное давление, температура, прозрачность и соленость воды, напряженность магнитного поля Земли — все это безошибочно фиксировали приборы. Прожекторы освещали дорогу подводному судну, привлекая внимание обитателей глубин.

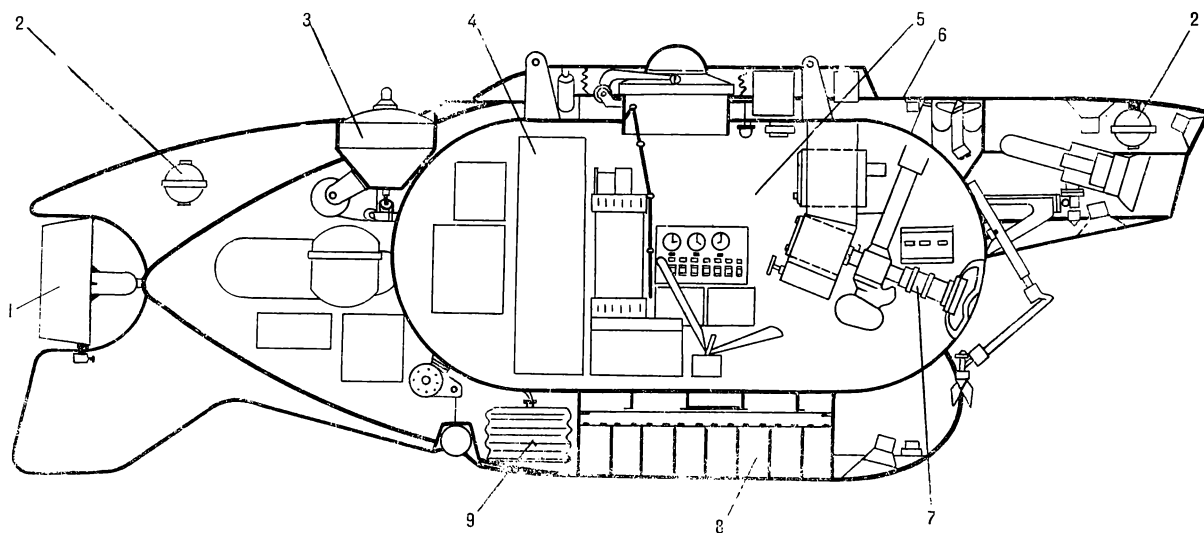
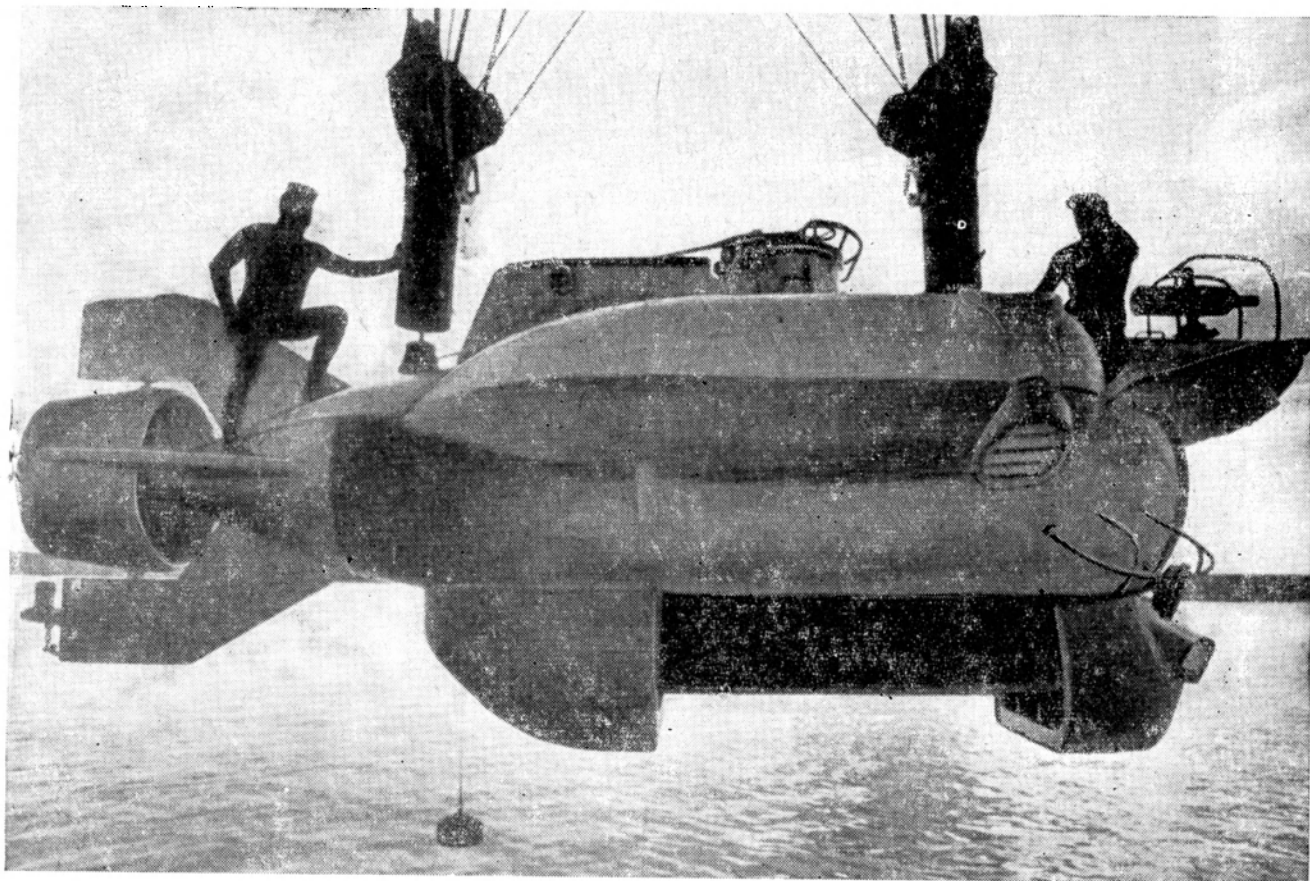
В отсеках лодки царила тишина, нарушаемая чуть слышным стрекотом кинокамер и шумом гребных винтов. Ничто не отвлекало исследователей, изучающих мир глубин...

Названная по имени Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, новая подлодка была передана Управлению научно-исследовательского флота в Керчи. Она продолжила работу «Северянки». С борта «Тинро-2» изучалась миграция рыб и глубоководных животных, которыми интересуются промысловики. Но в отсеке «Тинро-2» можно встретить не только морских биологов. Подлодка одинаково удобна для гидрофизиков, акустиков, морских геологов.

Закончив осенью 1973 года испытания в Черном море, подводная лодка вышла на просторы океана. Она выполнила серию погружений у берегов Западной Африки, в районе Большой Багамской банки.

ПОД ЗНАКОМ ПЕРСЕЯ

Достойным наследником «Северянки» ныне считается и глубоководный аппарат «Север-2». На его рубке развевается синий флаг с семью белыми звездами, конфигурация которых напоминает созвездие Персея. Это —

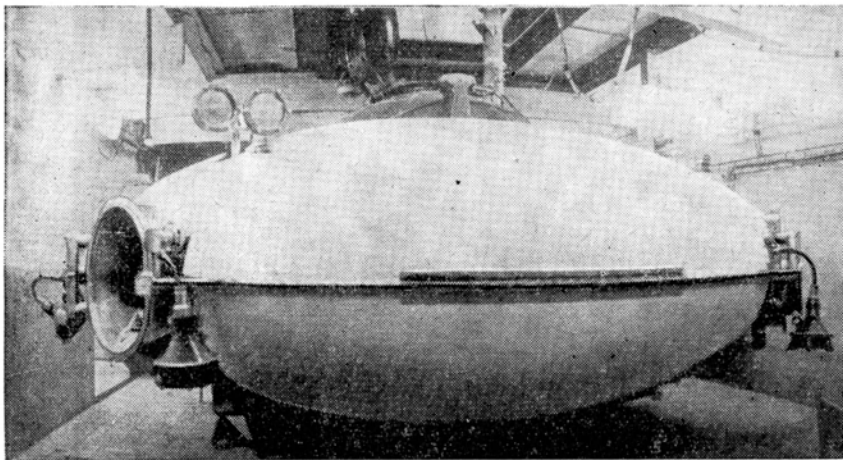
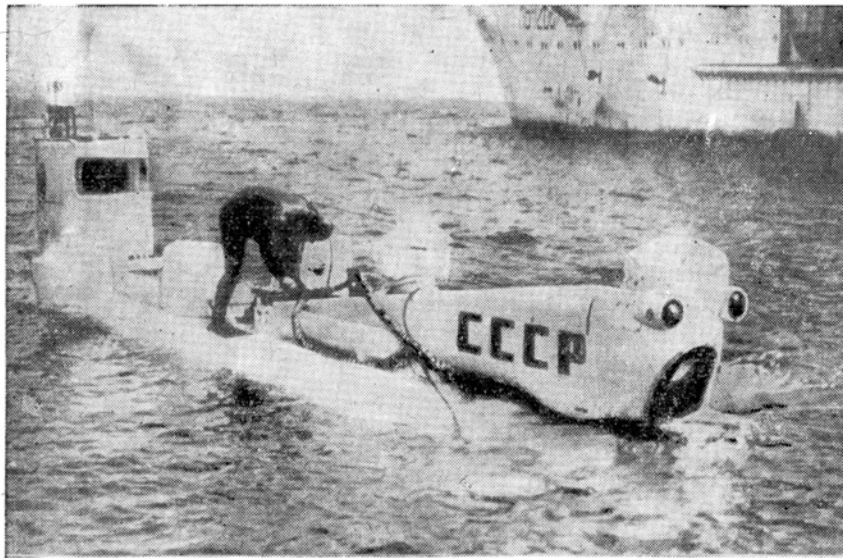


■
«Тинро-2» перед погружением. Длина аппарата 7,4, ширина 2,5, высота 2,9 м, масса 10,5 т, экипаж — два человека. Предназначен для подводных исследований на глубинах до 400 м

Фото Ю. Транквелицкого

■
Продольный разрез глубоководного аппарата «Тинро-2». Обозначения: 1 — гребной движитель, 2 — дифференциальные цистерны, 3 — радиобуй,

4 — измерительные приборы, 5 — пост управления, 6 — легкий корпус-обтекатель, 7 — перископ, 8 — аккумуляторная батарея, 9 — система регулирования подъемной силы лодки



эмблема Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. Ему и принадлежит новое исследовательское судно.

Научно-исследовательская подводная лодка «Север-2» на поверхности моря. Длина лодки 12 м, ширина около 3 м, экипаж — четыре человека. 28 марта 1971 года совершила погружение на глубину 2020 м

Глубоководный аппарат «Оса» в ангаре

Фото Ю. Транквилицкого

«Север-2» буквально начинен приборами, предназначенными для всесторонних океанографических исследований. На борту находится совершенная гидроакустическая аппаратура, которая вовремя сообщит о препятствии, возникшем по курсу, заметит косяки рыбы. Имеются также устройства для определения скорости звука в любой точке, 11-канальный блок, способный измерить параметры морской воды, и множество других приборов.

Подводная лодка маневренна и может работать в различных режимах: лечь на грунт или, подобно дирижаблю, стать на гайдроп, заменяющий лодке якорь. В этом случае ме-

ханическая рука соберет образцы грунта, морской флоры и фауны. «Север-2» опускается на глубину до 2000 м. Подлодку обслуживает и доставляет к месту погружения научно-исследовательское судно «Одиссей».

«Север-2» прекрасно показал себя во время испытаний и вот уже несколько лет верно служит ученым — исследователям северных морей («Земля и Вселенная», № 6, 1972, с. 67—68.— Ред.).

Основная его задача — изучение жизни и размножения промысловых рыб, обнаружение рыбьих косяков, поиски новых видов глубоководных рыб и морских животных, которые могут украсить наш стол. Ученые стремятся дать рыбакам точные, научно обоснованные рекомендации: где, когда и каким образом вести морской промысел. Траление на километровых глубинах, проведенное с подводного судна, показало, что на этих «этажах» океана обитают рыбы ценных пород, представляющие промысловый интерес.

ГЛУБОКОВОДНАЯ «ОСА-3-600»

В Финском заливе, у поселка Большой Бор под Выборгом, состоялось крещение подводной лодки «Оса-3-600». Ее сконструировали инженеры Московского отделения Государственного проектного института рыбопромыслового флота. Теперь они же сами испытывают свою необычную красно-бело-оранжевую подлодку. Слегка зарываясь в воду, «Оса-3-600» направляется в открытое море...

Обитаемый стабилизированный аппарат — таково полное название «Осы», цифра «3» обозначает число

мест, а «600» — глубину погружения в метрах. Несмотря на довольно внушительное 12-тонное водоизмещение, «Оса» легко и свободно перемещается вперед — назад, вверх — вниз, влево — вправо по борту, а если не-

обходимо, неподвижно зависает в одной точке.

«Оса» приписана к Всесоюзному научно-исследовательскому институту рыбного хозяйства и океанографии. Биологические исследования не един-

ственная ее задача. Подобно «Тинро-2» и «Северу-2», «Оса» представляет собой подводный аппарат многоцелевого назначения. В частности, она может использоваться для сбора биологических и геологических проб, выполнять монтажные операции на больших глубинах. Электрогидравлический манипулятор «Осы» в натренированных руках гидронавтов способен творить чудеса.

Современные подводные лодки, оснащенные разнообразной научно-исследовательской аппаратурой, сейчас занимают авангардное место в изучении морских глубин, которые небезопасны либо вовсе недоступны для человека в эластичном скафандре или костюме с дыхательным аппаратом.

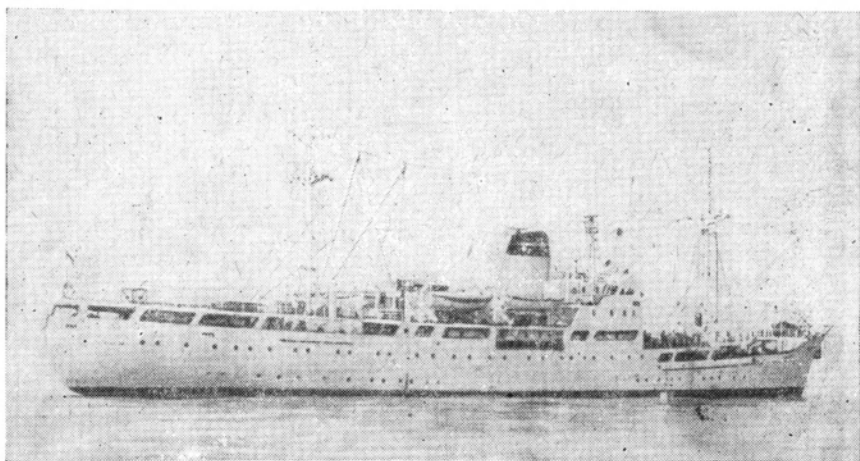
РЕЙСЫ КОРАБЛЕЙ НАУКИ

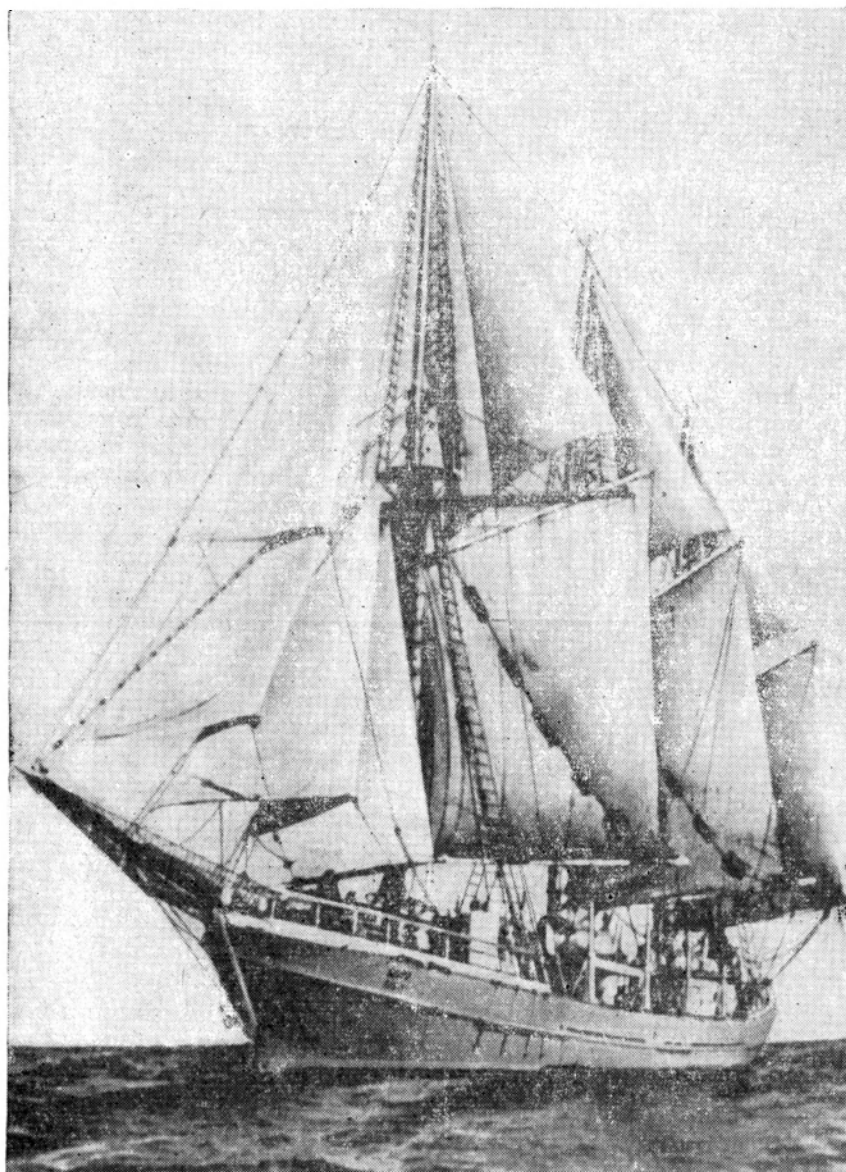
В первой половине 1978 года научные учреждения АН СССР и академий наук союзных республик продолжили экспедиционные исследования в Мировом океане. Экспедиции работали как по международным, так и по национальным проектам и программам.

Большинство экспедиций Института океанологии АН СССР и Морского гидрофизического института АН УССР выполняли исследования по международному проекту ПОЛИМОДЕ («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 65—67. — *Ред.*) в рамках советско-американского сотрудничества по изучению Мирового океана. В этих исследованиях участвовали главные научно-исследовательские суда академического флота «Академик Курчатов», «Академик Вернадский», «Михаил Ломоносов», «Витязь». Изучалась пространственно-временная изменчивость основных гидрофизических полей в юго-восточной Атлантике на постоянном полигоне размером 300×300 миль.

■ На судне «Михаил Ломоносов» проводились исследования по международному научному проекту ПОЛИМОДЕ

■ Новое научно-исследовательское судно Дальневосточного научного центра АН СССР «Профессор Богоров»





Несколько экспедиций работали по геолого-геофизическим программам. Например, сотрудники Института физики Земли АН СССР провели четырехмесячную экспедицию по международной программе «Геодинамика». Судно «Иван Киреев» выполнило комплексные исследования земной коры и верхней мантии на Срединно-Атлантическом хребте, в Ангольской и Бразильской котловинах. Собран материал по сейсмике, магнитометрии и тектонике океанского дна.

■
Немагнитная шхуна «Заря»

Ученые Института вулканологии Дальневосточного научного центра АН СССР на своем судне «Вулканолог» продолжали изучать подводный вулканизм. Завершив очередной рейс в северо-западную часть Тихого океана, судно в конце полугодия вышло в новый рейс по маршруту от Камчатки до Сингапура. Работы проводились на нескольких полигонах в зонах активной подводной вулканической деятельности. Судно «Морской геофизик» Сахалинского комплексного научно-исследовательского института выполняло исследования по проекту «Динамика дна северо-западной части Тихого океа-

на». Изучались особенности геологического строения переходной зоны от Азиатского континента к Тихому океану.

На новом научно-исследовательском судне «Профессор Богоров» ученые Дальневосточного научного центра АН СССР в первой половине 1978 года совершили переход через три океана (Атлантический, Индийский и Тихий) по маршруту Рига — Владивосток. Они выполнили серию физико-океанографических и гидрохимических работ. В июне судно вышло в свой первый тихоокеанский рейс, его задачей были биологические и биохимические исследования в австрало-азиатских морях и восточной части Индийского океана. На Большом Барьерном рифе Австралии биологи изучали экологию, физиологию и биохимию животных и растений, обитающих на коралловых рифах Тихого океана. Здесь работало научно-исследовательское судно «Каллисто».

Крупную биологическую экспедицию провели сотрудники Института океанологии АН СССР на судне «Дмитрий Менделеев». В юго-восточной части Тихого океана, в зоне Перуанского апвеллинга и в прибрежных водах островов Папуа — Новая Гвинея продолжались исследования экологических систем. Ученые Института биологии южных морей АН СССР проводили в этом году вторую экспедицию на судне «Академик Ковалевский». Они продолжали свои многолетние комплексные исследования биологической продуктивности бассейна Средиземного моря.

Недавно закончился очередной рейс немагнитной шхуны «Заря». В северо-восточной части Атлантического океана и Северном море члены экспедиции выполняли геомагнитную съемку и изучали связь магнитного поля со структурными элементами морского дна.

Кандидат географических наук
Е. М. СУЗЮМОВ



ЧЕРНАЯ ДЫРА В ОБЛАКЕ МЕЖЗВЕЗДНОГО ГАЗА?

Астрономы В. Хьюз и М. Винер (Канада) исследовали радиоизлучение туманности W3 — области ионизованного водорода, расположенной в центре диффузной туманности IC 1795. Туманность W3 обладает целым рядом особенностей. Во-первых, поблизости нет звезд, столь ярких, чтобы они могли так сильно ионизовать газ. Во-вторых, на волне 100 мкм наблюдается необычный избыток инфракрасного излучения. В-третьих, здесь очень ярко излучают молекулы гидроксидов OH. В туманности найдены, кроме того, молекулы воды H₂O. И главное — электронная плотность в W3 аномально велика, она достигает сотен тысяч частиц в 1 см³. Область ионизованного водорода движется относительно окружающего газа со скоростью более 10 км/с.

По мнению В. Хьюза и М. Винера, молекулы OH и H₂O возникают в результате прохождения через плотный газ ударной волны. А волна возникает вследствие движения невидимого объекта, ионизирующего межзвездный газ. Этот невидимый объект, как считают В. Хьюз и М. Винер, — черная дыра массой 10 солнечных.

Попав в плотное газовое облако, черная дыра начала интенсивно захватывать вещество. Вспыхнул мощнейший рентгеновский источник светимостью выше 10³⁸ эрг/с. Но все рентгеновское излучение поглотилось в толще окружающего газа, и с Земли источник стал не виден. Все излучение перешло в другие диапазоны длин волн. Конечно, источники, подобные W3, должны быть очень редки в Галактике — не так уж много в ней массивных черных дыр и сверхплотных газовых облаков.

«Astrophysical Journal Letters», 222, 1, 1978.

НОВЫЕ АСТЕРОИДЫ, ПРИБЛИЖАВШИЕСЯ К ЗЕМЛЕ

В марте 1978 года Земля дважды сближалась с астероидами. Оба эти объекта были открыты на Европейской южной обсерватории доктором Г.-Э. Шустером. Он обнаружил их необычайно длинные следы на пластинках, полученных на метровом телескопе системы Шмидта.

Один из этих астероидов — 1978 SA был открыт 8 февраля 1978 года. 5 марта он прошел на минимальном от Земли расстоянии в 19 млн. км. В это время блеск астероида достиг 14-й звездной величины. Астероид наблюдался на многих обсерваториях. Было установлено, что его поперечник всего 2 км и отражает он только 6% падающего на него солнечного света. Астероид быстро вращается вокруг оси, благодаря чему его блеск периодически изменяется в пределах 0,8 звездной величины. Период вращения около 3 часов 44 минут.

Орбиту астероида 1978 SA вычислил доктор Б. Марсден. Период обращения астероида вокруг Солнца равен 1,19 года, перигелий он прошел 5 июня 1978 года на расстоянии 0,883 а.е. (132 млн. км) от Солнца. Сейчас астероид удаляется от Солнца.

Другую малую планету — 1978 DA Шустер обнаружил 15 февраля 1978 года. Через месяц, 15 марта, она прошла на расстоянии 13 млн. км от Земли. 1978 DA — один из самых маленьких и слабых астероидов, известных в настоящее время. Его диаметр всего 1 км. У астероида также обнаружены колебания блеска с периодом около 8 часов.

Согласно расчетам Марсдена, 1978 DA движется вокруг Солнца по сильно вытянутому эллипсу (эксцентриситет 0,588), почти достигая в афелии орбиты Юпитера.

Астероиды 1978 CA и 1978 DA настолько малы и слабы, что они, вероятно, станут доступны наблюде-

нию лишь во время своего следующего тесного сближения с Землей.

«Sky and Telescope», 55, 5, 1978.

59-й РЕЙС «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В середине марта 1978 года завершился 59-й рейс научно-исследовательского судна «Гломар Челленджер». Экспедиция изучала природу и геологическую историю остаточных островных дуг — древних вулканических подводных хребтов и ложе междугорных бассейнов в Филиппинском море. Остаточным островным дугам отводят важную роль в формировании континентов и, возможно, образовании металлических руд.

С борта судна было выполнено бурение в пяти пунктах на глубине от 2060 до 6022 м. (Всего за 10 лет работы «Гломар Челленджера» пробурено 451 скважина.) Во всех пунктах остаточные дуги и ложе междугорных бассейнов покрыты слоями отложений, под которыми обнаружены прочные базальтовые вулканические породы.

В пункте, расположенном посредине подводного хребта Палау-Кюсю, бурением пройдено 337 м осадочных пород (возраст древнейших из них около 30 млн. лет) и 623 м базальтовых лавовых потоков, перемежающихся вулканическими пеплами, туфами и брекчиями. В районе погруженной дуги обнаружена минерализация меди, связанная с другими сульфидными минералами. Это указывает на то, что гидротермальная активность здесь была вызвана вулканическими процессами. По-видимому, в период своего формирования подводные хребты возвышались над уровнем моря цепью вулканических островов. Вулканическая деятельность, в результате которой образовались остаточные островные дуги, вероятно, началась около 40 млн. лет назад и продолжалась сравнительно недолго — всего 5—9 млн. лет. Полагают, что она привела к отложению корового материала (лавовых потоков, даек, пластовых интрузий, пеплов и туфов) общей мощностью более 2 км.

Образцы грунта, поднятые из буровых скважин, свидетельствуют о том, что островные дуги за свою длительную геологическую историю совершали и горизонтальные и вертикальные движения.

«Deep Sea Drilling Project» (Scripps Institution of Oceanography), 271, 1978.



ИНТЕРВЬЮ АКАДЕМИКА В. П. ГЛУШКО

2 сентября исполнилось 70 лет выдающемуся ученому в области ракетно-космических проблем, основоположнику советского ракетного двигателестроения академику Валентину Петровичу Глушко.

Редакционная коллегия и читатели «Земли и Вселенной» сердечно поздравляют Валентина Петровича с юбилеем и желают ему здоровья и новых творческих успехов.

Ниже публикуются ответы академика В. П. Глушко на вопросы, с которыми обратилась к ученому редакция нашего журнала.

Вопрос:

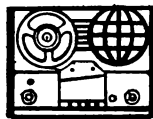
Вы много лет работали над созданием советских ракетных двигателей. Успех этой работы в значительной мере определял успех отечественной космонавтики. Каковы основные вехи на пути развития советского ракетного двигателестроения?

Ответ:

Начало советского ракетного двигателестроения было положено в 1929 году, когда в Газодинамической лаборатории (ГДЛ) Военно-научно-исследовательского комитета при Реввоенсовете СССР было организовано подразделение по разработке ракет и ракетных двигателей. В этом же году нами были проведены эксперименты с первым в мире электрическим ракетным двигателем электротермического типа, разрабатывалась аппаратура для испытания двигателей как электрических, так и на жидком топливе. В 1930—1931 годах были разработаны, изготовлены и испытаны конструкции первых советских жидкостных ракетных двига-



■ Валентин Петрович Глушко



НАШИ ИНТЕРВЬЮ

телей (ОРМ, ОРМ-1), а в 1933 году прошли официальные стендовые испытания двигатели ОРМ-50 и ОРМ-52. Первый из них предназначался для ракеты ГИРД 05, а второй — для наших опытных ракет (РЛА-1, РЛА-2 и РЛА-3), для самолета И-4 и морских торпед. Эти двигатели с химическим зажиганием азотнокислотно-керосинового топлива обладали тягой до 300 кг при удельном импульсе на земле до 210 с и допускали десятки повторных пусков.

Следующий важный этап в развитии советского ракетного двигателестроения — создание двигателя ОРМ-65 с регулируемой тягой, ручным и автоматическим многократным (до 50) пуском, прошедшего официальные испытания в 1936 году. Предназначался он для ракетоплана РП-318 и крылатой ракеты 212 конструкции С. П. Королева, на которых проходили испытания. Нельзя не упомянуть впервые созданный нами газогенератор ГГ-1 на азотнокислотно-керосиновом топливе, который в 1937 году также прошел официальные испытания.

Существенный этап — создание в нашем Опытно-конструкторском бюро в 40-х годах семейства жидкостных ракетных двигателей авиационного применения РД-1, РД-1ХЗ, РД-2, РД-3. Большинство из них прошло государственные стендовые и летные испытания на самолетах В. М. Петлякова, А. С. Яковлева, С. А. Лавочкина, П. О. Сухого и находилось в серийном производстве.

С 1945 года основная работа нашего коллектива — создание мощных жидкостных ракетных двигателей, тяга которых измерялась десятками

и сотнями тонн. Они предназначались для ракет дальнего действия, защищающих нашу Родину, и для космических ракет. Известно, что разработанные нами мощные двигатели, работающие на высококипящих и криогенных компонентах топлива, установлены на всех ракетах, летавших в космос.

15 мая 1979 года исполняется 50 лет руководимой мною ГДЛ-ОКБ по разработке ракетных двигателей.

Говоря об этапах развития советского ракетного двигателестроения, необходимо упомянуть о большом вкладе, сделанном другими отечественными ОКБ. Так, в 1942 году А. М. Исаев организовал группу, выросшую в 1944 году в ОКБ по разработке двигателей на высококипящем топливе, нашедших широкое применение в ракетно-космической технике. ОКБ, руководимое С. А. Косбергмом, с 1954 года разрабатывало самолетные жидкостные ракетные двигатели, а с 1958 года — для ракет. В то время как мощные двигатели, установленные на первых ступенях всех ракет-носителей и на вторых ступенях большинства из них, разработаны ГДЛ-ОКБ, основные двигатели, установленные на автоматических межпланетных станциях и пилотируемых космических аппаратах, разработаны в ОКБ, созданном А. М. Исаевым. Коллективом ОКБ, возглавлявшимся С. А. Косбергмом, разрабатываются двигатели для верхних ступеней многих ракет-носителей. Впоследствии были организованы и другие ОКБ.

Вопрос:

Что Вы можете рассказать о 96-су-

точной космической эпопее (10.XII.1977—16.III.1978)? Какой Вы видите космонавтику будущего?

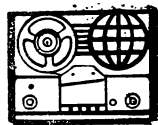
Ответ:

В развитии космонавтики фундаментальная роль принадлежит обитаемым долговременным орбитальным станциям. Создание долговременных орбитальных станций, их непрерывное развитие, сопровождающееся увеличением их массы, объема, численности экипажа, длительности функционирования, расширением круга выполняемых задач, — обязательное условие освоения человеком космического пространства.

В своей речи 21 октября 1969 года на торжественной встрече экипажей кораблей «Союз-6», «Союз-7» и «Союз-8», совершивших совместный полет, Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев заявил: «Советская наука рассматривает создание орбитальных станций со сменяемыми экипажами как магистральный путь человека в космос».

Именно на пути развития долговременных пилотируемых орбитальных станций лежит освоение космоса, создание космической промышленности (индустриализация космоса) с использованием солнечной энергии, невесомости и глубокого вакуума. Рождение космической промышленности начнется с осуществления на орбитальных станциях тонких технологических процессов, нереализуемых на Земле, позволяющих rentально получать уникальные материалы, способствующие развитию промышленности.

Станция «Салют-6» — представитель нового поколения долговременных



НАШИ
ИНТЕРВЬЮ

Валентин Петрович Глушко

(к 70-летию со дня рождения)

орбитальных станций, способных решать широкий круг задач освоения космоса. Базируясь на конструкции предшествующих станций, «Салют-6» в отличие от них снабжен двумя стыковочными узлами и может принимать сразу два транспортных корабля (пилотируемый, грузовой, спасательный беспилотный или пилотируемый). Трудно переоценить вклад в развитие космонавтики, сделанный на первом этапе использования орбитальной станции «Салют-6», в течение которого со станцией было осуществлено четыре стыковки транспортных космических кораблей — трех пилотируемых и одного грузового. Создание орбитальной станции с двумя стыковочными узлами и грузового космического корабля, решение задачи автоматической заправки станции топливом на орбите и снабжения ее по мере надобности расходующимися материалами, оборудованием, доставкой на станцию экипажей повышенной численности позволяют радикально решить вопрос о рациональном, экономичном, более безопасном и действительно долговременном использовании дорогостоящей орбитальной станции. Эта схема комплекса орбитальной станции будет в дальнейшем совершенствоваться, но основа ее останется и будет плодотворно использоваться.

Выполнение 96-суточного полета, во время которого совершались экспедиции посещения станции «Салют-6», — очередной шаг повышения эффективности использования орбитальной станции и развития международного сотрудничества в изучении и освоении космоса.

(Продолжение см. на 3-й стр. обложки.)

С юных лет В. П. Глушко «заболел» межпланетными путешествиями и осуществлению их посвятил всю свою дальнейшую жизнь. Еще подростком он начал изучать труды К. Э. Циолковского и завязал переписку с ним. Вскоре В. П. Глушко стало ясно, что «центральными вопросами при разработке средств достижения космоса, в первую очередь, являются изыскания оптимального источника химической энергии и овладение им в ракетном двигателе». Он читает литературу по взрывчатым веществам, организует дома химическую лабораторию и с увлечением занимается астрономическими наблюдениями (результаты которых публикует в специальных журналах), пишет газетные статьи, популяризирующие идеи космонавтики.

В 1925 году, после окончания школы, Валентин Петрович поступает на физико-математический факультет Ленинградского государственного университета. В университете он продолжает изучать проблему полета в космос и приходит к идее принципиально нового ракетного двигателя, в котором рабочее тело разгоняется за счет подведения к нему электрической энергии. В этом случае к единице массы рабочего тела можно подвести в принципе любое количество энергии и, следовательно, получить очень высокую скорость реактивной струи, недостижимую при использовании обычного, химического топлива. Идее В. П. Глушко решили реализовать в ГДЛ — Газодинамической лаборатории, находившейся в Ленинграде. Эта первая в СССР научно-исследовательская и опытно-

конструкторская организация в области ракетостроения занималась тогда разработкой ракетных снарядов на бездымном порохе.

15 мая 1929 года в ГДЛ под руководством В. П. Глушко начала работать группа, создавшая вскоре первый в мире образец электрического ракетного двигателя (ЭРД). Он умещался на ладони и внешне представлял собой цилиндрическую камеру, снабженную реактивным соплом. Скорость реактивной струи ЭРД достигала десятков километров в секунду. Вскоре, однако, выяснилось, что создание компактных источников энергии для питания ЭРД не по силам науке и технике того времени. Поэтому уже с начала 1930 года группа В. П. Глушко основное внимание уделяет созданию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и жидкостных ракет. Работы по ЭРД в 1933 году прекращаются. Однако с высоты сегодняшнего дня можно сказать, что идея ЭРД оказалась в высшей степени плодотворной. Начиная с 1964 года эти двигатели успешно испытываются в космосе. Они могут найти применение в самых различных целях — от поддержания заданных параметров орбит искусственных спутников Земли до разгона космических кораблей к Марсу.

Испытания первых отечественных ЖРД, названных В. П. Глушко «опытными ракетными моторами» (ОРМ), состоялись в 1931 году. И сразу же стало ясно, что создание даже простейшего надежно работающего двигателя невозможно без кропотливого экспериментального исследования. В 1931—1932 годах было проведено 100 пусков различных вариантов



ОРМ. Так появились первые отечественные ЖРД. В 1933 году они прошли официальные испытания.

ГДЛ подчинялась М. Н. Тухачевскому, который живо интересовался проводившимися там работами, понимая их важность для обороны страны. Чтобы сконцентрировать усилия в области ракетной техники, осенью 1933 года в Москве создается Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ), и В. П. Глушко продолжает разрабатывать ЖРД в этом институте. Свои идеи и опыт в области ракетной техники он излагает в книге «Ракеты, их устройство и применение», написанной в соавторстве с Г. Э. Лангемаком — одним из руководителей ГДЛ. С 1934 года Г. Э. Лангемак занимал пост заместителя директора РНИИ. Своей основной задачей авторы считали освещение «главнейших технических вопросов, связанных с осуществлением применением ракет на твердом и жидком топливах». Эта книга оказала полезную услугу становлению ракетостроения в нашей стране.

Книга «Ракеты, их устройство и применение» вышла в свет в 1935 году. А несколько раньше началась педагогическая деятельность В. П. Глушко, сыгравшая большую роль в подготовке кадров для отечественного ракетостроения. В 1933—1934 годах он читает курсы лекций по ЖРД в Военной воздушной академии имени Н. Е. Жуковского, а затем становится заведующим и преподавателем Реактивных курсов по переквалификации инженеров при Осоавиахиме. Часть лекций, прочитанных в академии, была опубликована в 1936 году в виде монографии под названием «Жидкое

топливо для реактивных двигателей».

В 1936 году подразделение РНИИ, руководимое В. П. Глушко, создает ЖРД для крылатой ракеты и пилотируемого ракетоплана конструкции С. П. Королева. Этот двигатель выделялся своими высокими энергетическими и эксплуатационными характеристиками. Один из изготовленных ЖРД проработал в процессе 50 испытаний в различных условиях свыше 30 минут.

С 1940 года продолжается разработка ЖРД при авиационном моторостроительном заводе в Казани. В следующем году коллектив становится самостоятельным Опытно-конструкторским бюро (ОКБ) по жидкостным ракетным двигателям. Направленность работ ОКБ определил технический отчет В. П. Глушко от середины 1940 года, в котором исследовалась целесообразность установки вспомогательных ЖРД на боевых самолетах. Предполагалось после накопления опыта рассмотреть вопрос о проектировании «чисто ракетного самолета типа скоростного истребителя». Спустя год В. П. Глушко спроектировал основные агрегаты самолетного ЖРД, а в январе 1943 года образец нового двигателя, получившего индекс РД-1 (ракетный двигатель), проработал на стенде 26 минут непрерывно! До конца 1946 года были успешно проведены многочисленные испытания ЖРД на винтомоторных самолетах различных типов. 18 августа 1946 года в Тушино, во время традиционного праздника, посвященного Дню авиации, самолет-истребитель с работающим ЖРД совершил показательный полет. Это

был первый в нашей стране публичный показ летательного аппарата с ракетным двигателем — первым серийным отечественным ЖРД, создание которого, наряду с другими достижениями, заложило основу новой отрасли техники в СССР. В 1945—1946 годах коллектив ОКБ, руководимого В. П. Глушко, насчитывал около 150 человек. За создание самолетных ЖРД сотрудники ОКБ в 1945 году были удостоены правительственных наград. В. П. Глушко наградили орденом Трудового Красного Знамени.

В 1946—1947 годах около 100 лучших представителей ОКБ вместе с коллективом бывшего авиационного завода составили основу Опытно-конструкторского бюро, специализирующегося в области создания мощных ЖРД. Образование этого ОКБ во главе с В. П. Глушко связано с мерами по развитию новых отраслей техники, принятыми партией и правительством вскоре после окончания войны. Была организована разветвленная сеть НИИ, КБ и заводов с целью создания ракет, способных преодолевать расстояние в сотни и тысячи километров, а в дальнейшем — исследовать и космическое пространство. В условиях «холодной войны», развязанной против СССР империалистическими кругами Запада, создание баллистических ракет дальнего действия, наряду с созданием отечественного ядерного оружия, стало задачей номер один.

Непосредственное техническое руководство разработкой и изготовлением таких ракет осуществлял Совет Главных конструкторов во главе с С. П. Королевым. В состав Совета входили Главные конструкторы по двигательным установкам (ЖРД), системам управления, радиотехническим средствам, стартовому комплексу.

В ОКБ, возглавляемом В. П. Глушко, велась напряженная работа. Создавался первый отечественный ЖРД с тягой в несколько десятков тонн (РД-100). Труд коллектива увенчался успехом: в октябре 1948 года новый двигатель поднял в небо первую советскую баллистическую ракету дальнего действия. Затем последовали еще более мощные и совершенные



двигатели. Несмотря на загруженность работой в ОКБ, В. П. Глушко продолжает педагогическую деятельность. В 1947—1954 годах он читает курс лекций по ракетным двигателям на Высших инженерных курсах при МВТУ имени Н. Э. Баумана. Эти курсы способствовали повышению квалификации большого числа инженеров, занятых разработкой ЖРД, и становлению многих ведущих специалистов в этой области.

Деятельность В. П. Глушко получает признание, и в 1953 году он избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1955 году выходит в свет фундаментальный труд В. П. Глушко «Источники энергии и их использование в реактивных двигателях», а годом позже — составленный под его научным руководством трехтомный справочник «Термодинамические свойства компонентов продуктов сгорания». В этих трудах нашли отражение результаты обширных научно-исследовательских работ по изучению жидкого ракетного топлива.

К середине 50-х годов ЖРД обеспечивали полеты баллистических ракет на расстояние свыше 1000 км и геофизических ракет на высоту в сотни километров. Родина высоко оценила самоотверженный труд создателей ракетной техники. В 1956 году ОКБ награждается орденом Трудового Красного Знамени. Награды получили многие конструкторы, испытатели и рабочие. За выдающиеся заслуги В. П. Глушко было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда.

1957 год ознаменовался началом космической эры, ЖРД, созданные под руководством В. П. Глушко, обеспечили полет первой в истории космической ракеты. Эти двигатели (РД-107 и РД-108) были итогом работ, начатых еще за десять лет до космической эры, одновременно с разработкой первого мощного ЖРД. В процессе этих работ создавались и осваивались новые конструкции, топлива, материалы, технологические процессы и оборудование. Летным испытаниям космической ракеты предшествовала беспрецедентная по своим масштабам стендовая отработка ЖРД. В дополнение ко многим сотням автономных огневых испытаний они

прошли стендовые испытания в составе всей ракеты и ее отдельных блоков. 21 августа 1957 года двигатели РД-107, РД-108 обеспечили успешный полет первой межконтинентальной ракеты, а 4 октября — запуск першого в мире искусственного спутника Земли.

Выдающийся вклад В. П. Глушко в мировую науку и технику, выразившийся в создании ЖРД качественно нового типа, был отмечен в 1957 году присуждением ему *Ленинской премии*. Спустя год, в 50-летний юбилей В. П. Глушко, Академия наук СССР избирает его своим действительным членом и награждает только что учрежденной Золотой медалью имени К. Э. Циолковского «За выдающиеся работы в области межпланетных сообщений».

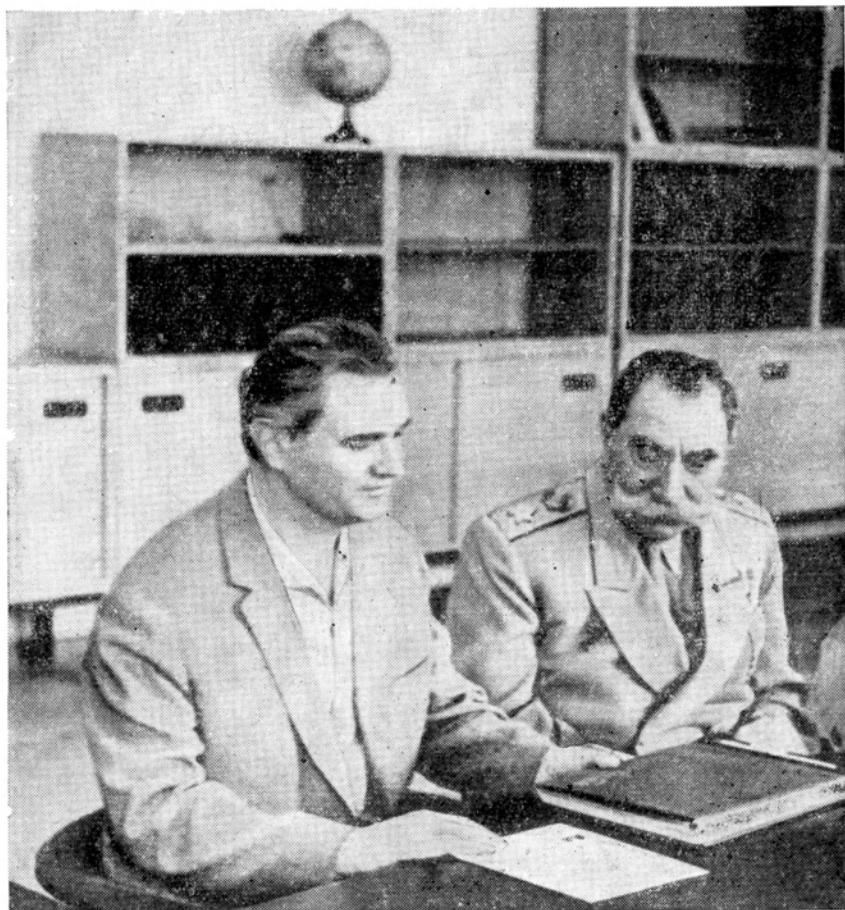
12 апреля 1961 года двигатели РД-107 и РД-108 обеспечили старт ракеты, вынесшей в космос корабль с человеком на борту. За заслуги в осуществлении этого исторического события коллектив ОКБ награждается орденом Ленина, а В. П. Глушко становится дважды Героем Социалистического Труда. В 1965 году с теми же двигателями стартовали ракеты с автоматической межпланетной стан-

■
Н. А. Пилюгин, С. П. Королев и
В. П. Глушко (4 октября 1957 г.)

цией, передавшей на Землю детальное изображение обратной стороны Луны. Некоторым лунным образованиям были присвоены названия организаций и имена лиц, внесших значительный вклад в развитие отечественного ракетостроения. В. П. Глушко активно содействовал тому, чтобы увековечить эти названия и имена.

Ракеты-носители с двигателями РД-107, РД-108 обеспечили СССР на протяжении длительного времени ведущую роль в исследовании космоса. Их успешно продолжают использовать до сих пор. Наряду с ними, в космос летают и другие ракеты. Среди них многоступенчатая ракета-носитель «Протон», действующая с 1965 года. С ее применением связаны такие выдающиеся события, как вывод на околоземные орбиты научных автоматических станций «Протон», запуск автоматических станций «Зонд», доставка на Луну луноходов и аппаратов, взявших пробы лунного грунта, запуск искусственных спутников Венеры и Марса, посадка космических аппаратов на Марс, передача на Землю изображения венерианской поверхности, полеты долговременных орбитальных станций «Салют». Высокое совершенство ракеты «Протон» во многом определяется ее двигателями. На первой ступени ракеты установлено несколько жидкостных ракетных двигателей РД-253, созданных под руководством В. П. Глушко. Они выполнены по принципиально новой схеме, по которой рабочее тело турбины (генераторный газ) догорает в камере. В этих двигателях воплощены новейшие достижения отечественной науки и техники.

Двигатели, созданные под руковод-



ством В. П. Глушко, устанавливались на всех советских ракетах, стартовавших в космос. Его выдающийся вклад в ракетную технику отмечен присуждением ему Государственной премии СССР (1967 г.). В 1972 году Международная авиационная федерация награждает В. П. Глушко дипломом имени французского аэронавта Поля Тиссандье «За большой вклад в развитие ракетной техники и физико-технических проблем энергетики, имеющих важное практическое значение в изучении и исследовании космического пространства».

В. П. Глушко всегда уделяет большое внимание фундаментальным научным исследованиям, пропаганде новейших достижений космонавтики, изучению и освещению в

печати вопросов истории ракетной и космической техники. Он — научный руководитель и главный редактор изданий энциклопедии «Космонавтика», академических справочных изданий, автор свыше 200 книг, брошюр и статей. Он — член научно-редакционного совета издательства «Советская энциклопедия», председатель научно-методического совета по пропаганде астрономических знаний и космонавтики при Правлении Всесоюзного общества «Знание», председатель многих научных советов.

С 1965 года он — депутат Верховного Совета СССР, а с 1959 года — неизменный делегат партийных съездов. На XXV съезде В. П. Глушко избран членом ЦК КПСС.

Валентин Петрович Глушко встретил свое 70-летие в расцвете творческих сил.

В. И. ПРИЩЕПА

В. П. Глушко и С. М. Буденный (1966 г.)

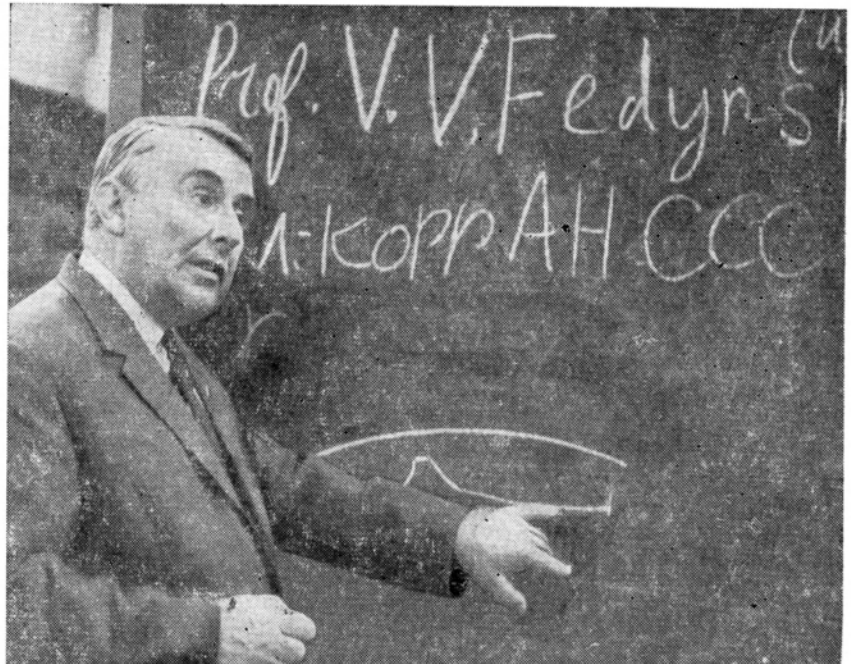
Памяти Всеволода Владимировича Федынского

17 июня 1978 года после тяжелой непродолжительной болезни скончался член-корреспондент АН СССР, доктор физико-математических наук Всеволод Владимирович Федынский. Советская наука потеряла крупного специалиста в области разведочной геофизики, физики Земли и метеорной астрономии, многогранного ученого и талантливого организатора научных исследований, члена КПСС с 1942 года. Всеволода Владимировича не стало всего лишь через полтора месяца после его 70-летнего юбилея.

В. В. Федынский родился в Миргороде 1 мая 1908 года в семье врача. С детских лет он интересовался астрономией и в 1924 году организовал в Миргороде астрономический кружок. Предстояло редкое небесное явление — великое противостояние Марса, и члены кружка во главе с шестнадцатилетним Всеволодом Федынским решили наблюдать Марс в небольшие телескопы. Рисунки планеты, обработанные В. В. Федынским, были положены в основу его первой публикации в «Бюллетене Коллектива наблюдателей ВАГО».

После окончания средней школы в 1925 году В. В. Федынский поступил на механико-математический факультет Московского университета.

Еще в университете (который он окончил в 1930 году) Всеволод Владимирович заинтересовался гравиметрией и ее приложениями к разведке полезных ископаемых. Его трудовая деятельность началась в гравиметрических разведочных партиях. С 1930 по 1936 год В. В. Федынский работал начальником гравиметрических партий в Азербайджане, Дагестане, Туркмении и в Поволжье.



В 1936 году его назначили техническим руководителем гравиметрического метода разведки Государственного союзного геофизического треста. На этом посту в полной мере раскрылся организаторский талант ученого. Под его руководством началось освоение новых инструментов — гравиметров (до этого работали с маятниковыми приборами). Несколько позже, когда В. В. Федынский возглавлял Научно-исследовательский институт прикладной

геофизики (1943—1952 гг.), по его инициативе и при непосредственном участии были созданы и внедрены в промышленное производство отечественные гравиметры. За эту работу В. В. Федынскому вместе с коллективом гравиметристов была присуждена Государственная премия СССР. Одновременно Всеволод Владимирович занимался разработкой основных принципов комплексного применения геофизических методов разведки.

В 1946 году В. В. Федынский пред-



Всеволод Владимирович Федынский (1908—1978)



ставил к защите кандидатскую диссертацию, которая была признана достойной докторской степени.

В 1952 году В. В. Федынский назначили начальником Главнефтегеофизики Министерства нефтяной промышленности, а в 1957 году он стал начальником отдела, реорганизованного позже в Управление геофизических работ Министерства геологии СССР, и членом Коллегии этого министерства. У руля советской разведочной геофизики В. В. Федынский стоял четверть века, успешно осуществляя научно-техническое руководство геофизическими работами по разведке полезных ископаемых в нашей стране. Он способствовал широкому развитию комплексных региональных геофизических исследований, организовал проведение детальных геофизических съемок с целью прямых поисков месторождений нефти и газа, участвовал в постановке и научном обосновании проблемы бурения сверхглубоких скважин — одной из важнейших ступеней в развитии фундаментальных исследований по изучению строения Земли.

Всеволод Владимирович умел смотреть в будущее. Он предвидел важность для геологической службы морских геофизических работ и отдал много сил организации советской морской геофизики. Он был одним из вдохновителей гравиметрических измерений в Мировом океане и в Антарктике, и ему в значительной мере мы обязаны теми результатами, которые получены сейчас в теории и практике морской гравиметрии. По его инициативе было начато внедрение счетно-решающих уст-

ройств в гравиметрические системы. Многолетняя деятельность Всеволода Владимировича способствовала значительному повышению экономической эффективности поисков и разведки новых месторождений полезных ископаемых, особенно нефти и газа.

Большое внимание В. В. Федынский уделял гравиметрическому приборостроению и принимал активное участие в разработке новой аппаратуры. Им предложен принцип и создана теория гравиметра-высотомера.

В. В. Федынский — автор более 100 научных статей по геофизике и ряда изобретений. Им написан фундаментальный труд «Разведочная геофизика», завоевавший всеобщее признание и многократно переиздававшийся.

Педагогическая деятельность Всеволода Владимировича началась в 1950 году в Московском университете. С 1957 года он заведовал кафедрой геофизических методов исследования земной коры геологического факультета, а в последние годы — геофизическим отделением того же факультета. Работая в университете, ученый привлекал талантливую молодежь к решению актуальных задач разведочной геофизики. Блестящий лектор, он бесценно читал курсы по «Гравитационной разведке» и «Теории гравитационного потенциала». Более двадцати его учеников защитили кандидатские диссертации, трое — докторские.

Вряд ли найдется среди многочисленной армии советских геофизиков — разведчиков полезных ископаемых — человек, не знающий имени Федынского. Это имя хорошо известно и за рубежом. На многих научных кон-

грессах и симпозиумах он успешно представлял советскую геофизическую науку. В течение ряда лет В. В. Федынский принимал активное участие в работе Комитета по изучению строения верхней мантии Земли при Международном геофизическом и геодезическом союзе.

У Всеволода Владимировича всегда было много идей и планов, которые он успешно осуществлял благодаря своей неугасимой энергии. Так было смолоду и до последних дней жизни. С его именем связано не только становление советской разведочной геофизики, но и развитие метеорных исследований в нашей стране. В течение последних сорока лет он был признанным руководителем этих исследований.

Метеорной астрономией Всеволод Владимирович заинтересовался еще в студенческие годы. В 1925 году он вступил в Московское общество любителей астрономии, вскоре реорганизованное в Московское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). В. В. Федынский стал одним из активных членов Коллектива наблюдателей — самодеятельной организации молодежи, из рядов которой вышли многие выдающиеся ученые.

В 1927 году В. В. Федынский создал в Коллективе наблюдателей метеорный отдел и с этого времени на протяжении полувека занимался исследованиями метеоров. Методы исследований постепенно совершенствовались. Сначала это были просто визуальные наблюдения, но и из них В. В. Федынский стремился извлечь максимальную пользу. В 1932 году В. В. Федынский и К. П. Станюкович получили в двух пунктах фотографию метеора через обтюратор и обработав ее, вычислили не только скорость метеора в атмосфере и его высоты, но и параметры верхней атмосферы — плотность и температуру на высотах 80—100 км. В 1934 году под руководством В. В. Федынского был получен первый в СССР спектр метеора, в котором содержалось 48 линий.

В те годы метеоры служили своеобразными зондами для исследования верхних слоев атмосферы. Одним

из методов изучения атмосферных течений на больших высотах были наблюдения за дрейфом метеорных следов. В. В. Федынский организовал такие наблюдения в Средней Азии и опубликовал серию статей по этому вопросу. При его активной поддержке проводились и первые систематические наблюдения серебристых облаков, которые тоже использовались для исследования воздушных течений в мезопаузе.

В 1937 году при Астрономическом совете АН СССР была создана Комиссия по кометам, метеорам и астероидам, в состав которой вошел и В. В. Федынский. Он стремился обобщать результаты исследований, проводимых в СССР, привлекать к ним новых людей и целые научные учреждения, налаживать контакты с зарубежными учеными. Не забывал он и о популяризации метеорной астрономии среди любителей.

При поддержке Всеволода Владимировича были организованы систематические фотографические, спектральные, а затем и радиолокационные наблюдения метеоров в СССР. На протяжении 15 лет он возглавлял Комиссию по метеорам при Астрономическом совете АН СССР, в течение шести лет был президентом Комиссии 22 (по метеорам) Международного астрономического союза, много лет руководил секцией метеоров Межведомственного геофизического комитета.

В 1968 году при активном содействии В. В. Федынского была организована советская экваториальная экспедиция для наблюдения метеоров. Наблюдения велись фотографическим и радиолокационным методами. В. В. Федынский принял участие в обработке и интерпретации полученного материала, в результате чего были определены орбиты ненаблюдаемых в СССР метеорных потоков, изучена численность метеоров, ее годовые и широтные вариации. В 1971 году В. В. Федынский опубликовал обзор «Исследования метеорной материи», в котором обобщил накопленные результаты и подчеркнул важность изучения метеорной материи в Солнечной системе. В последние годы вышла в свет коллективная



монография «Радиометеорные исследования циркуляции верхней атмосферы», одним из авторов которой был В. В. Федынский.

Всеволод Владимирович уделял значительное внимание организации в СССР фотографической службы ярких болидов, особенно с 1976 года, когда он был утвержден заместителем председателя Комитета по метеоритам АН СССР.

Еще в 1947 году В. В. Федынский заинтересовался происхождением лунных кратеров и физикой образования кратеров при ударах метеоритов. Его пионерская работа в этом направлении (совместно с К. П. Станюковичем) называлась «О разрушительном действии метеоритных ударов». В ней было предсказано существование метеоритных кратеров на Марсе, Меркурии, астероидах и спутниках планет за три года до аналогичных выводов Э. Эпика и Ф. Уиппла.

В последние годы В. В. Федынский вернулся к проблеме образования и эволюции метеоритных кратеров на Земле и планетах. Этому благоприятствовало доказательство метеоритного происхождения ряда крупных кольцевых структур на нашей Земле и, в частности, на территории Советского Союза. И здесь соединились, казалось бы, совершенно различные области научной деятельности Всеволода Владимировича — метеорная астрономия и физика Земли. Вместе со своими учениками В. В. Федынский стал развивать весьма интересные идеи об эволюции метеоритных кратеров как планетарных структур. Он предполагал, что крупные кольцевые структуры, возраст которых из-

меряется многими миллионами лет, не остаются неизменными, а претерпевают эволюцию в ходе изостатического выравнивания земной коры в районе кратера и других воздействий. Незадолго до кончины была сдана в печать коллективная монография под редакцией В. В. Федынского «Метеоритные структуры на поверхностях планет».

В. В. Федынский вел большую работу во Всесоюзном астрономо-геодезическом обществе. В 1970 году он был избран первым вице-президентом общества и его Почетным членом. В течение многих лет В. В. Федынский возглавлял редакционно-издательскую секцию общества. С 1960 года он редактировал «Бюллетень ВАГО», а с 1967 года и до конца жизни был главным редактором журнала «Астрономический вестник».

Научная и организаторская деятельность В. В. Федынского отмечена четырьмя орденами Трудового Красного Знамени. Признание научных заслуг В. В. Федынского было закреплено избранием его в 1968 году членом-корреспондентом АН СССР.

Всеволод Владимирович ушел из жизни в расцвете творческих сил, ушел неожиданно и безвременно. Ушел принципиальный коммунист, блестящий организатор производства и науки, большой ученый, замечательный, умный, энергичный, веселый и отзывчивый человек. Светлая память о нем навсегда сохранится в сердцах тех, кому посчастливилось знать Всеволода Владимировича и работать с ним. Его идеи и замыслы получат дальнейшее развитие в науке.

Группа товарищей



Международное совещание сейсмологов

Сейсмология — это наука о сотрясениях земли. Чем они вызваны? В первую очередь, конечно, землетрясениями. Однако их можно спровоцировать и искусственным путем — взрывами разной мощности, просто вибраторами, пневмо- и искроисточниками. Сотрясения эти в сотни и тысячи раз слабее, зато их силу, место и время можно контролировать. Такие искусственные землетрясения — контролируемые источники — помогают изучать строение Земли. Излучаемые ими сейсмические волны проходят через разные земные слои с различной скоростью. Если известно место источника и время его действия, то можно рассчитать пути волн и, решая обратную задачу геофизики, восстановить по ним строение среды.

На этом принципе основан метод сейсморазведки, с помощью которого ведутся поиски нефтяных структур и рудных полей. Однако метод позволяет проникнуть в земные недра не глубже 10 км. А как устроена наша планета на больших глубинах? Эти вопросы ученые-сейсмологи решают путем менее детальных, но более глубоких исследований. Но для них нужны большие сейсмические профили. Такие профили длиной в тысячи километров могут выходить за географические пределы многих стран, и поэтому для изучения глубинного строения Земли необходимо международное сотрудничество ученых.

Инициатива международного сотрудничества в усовершенствовании методов изучения глубинных недр Земли с помощью искусственных источников принадлежит советским сей-



смологам. В 1968 году в Ленинграде состоялось первое совещание экспертов в этой области. Рабочая группа сконцентрировала тогда свое главное внимание не на результатах, а на развитии методов исследования. Оказалось, что для изучения строения земной коры и верхней мантии большинство зарубежных сейсмологов использует метод глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), основы которого разработал в СССР почти 30 лет назад академик Г. А. Гамбург.

Ученые из Норвегии и ФРГ в перерыве между заседаниями. Слева направо: доктор Р. Кенстром (Норвегия), доктор Х. Миллер (ФРГ) и доктор С. Микельвейт (Норвегия); 1978 год, Ялта

цев. Однако в разных странах возникли различные модификации ГСЗ.

Успехи советских сейсмологов в ГСЗ и многие методы интерпретации сейсмических данных были открытием для иностранных коллег. Например, в ФРГ один из основных методов интерпретации был разработан только в 1965—1967 годах, тогда как в СССР он применялся в сейсморазведке уже около 40 лет.

В Ленинграде была создана специальная международная комиссия, которая теперь называется Комиссией по сейсмологии контролируемых источников и входит в Международную Ассоциацию сейсмологии и физики недр Земли. За прошедшие десятилетия комиссия провела совеща-



ния в США, СССР, Перу, Франции и ФРГ.

Последняя встреча состоялась в Ялте 5—12 мая 1978 года. Специалисты отметили значительный прогресс в усовершенствовании метода ГСЗ. Теперь этим методом удастся проникать в земные недра на глубину до 200 км, а это в 2—3 раза больше, чем несколько лет назад. Такое достижение — в большой мере результат международного сотрудничества, позволяющего одновременно использовать большое число регистрирующих станций на длинных линиях наблюдений, пересекающих территории многих европейских стран. Таким образом, даже при ма-

лом числе сильных взрывов можно получать информацию, необходимую для построения скоростных разрезов верхней оболочки Земли.

За последние годы благодаря внедрению в метод ГСЗ новейших достижений сейсморазведки наблюдениям стали доступны более мелкие детали структуры коры. Советские геофизики на ялтинской встрече демонстрировали данные о неоднородности разного масштаба в структуре земной коры и щитов и платформ. Огромный материал, собранный в СССР при разных геологических ситуациях и весьма детальных наблюдениях, позволил выявить особенности прослеживания сейсмических волн различных типов, связанных с разными «скоростными этажами» земной коры.

Значительный прогресс наметился

в теоретических основах ГСЗ и в разработке машинных способов анализа сейсмических полей. Сейсмологи теперь могут контролировать сейсмические разрезы не только путем расчетов кинематики волн, но и с помощью теоретических сейсмограмм (соответствующих определенным моделям строения земных недр), сравнивая их с экспериментальными записями. Все это существенно повышает надежность данных о структуре глубинных слоев Земли. Сейчас перед теоретиками стоят более сложные проблемы, связанные с решением двумерных и трехмерных обратных задач. И в этой области советские ученые достигли больших успехов.

На конференции в Ялте встретились специалисты из Франции, ФРГ, ГДР, Чехословакии, Венгрии, Польши, Норвегии, Японии и, конечно, СССР. В течение четырех дней они обсуждали трудности в интерпретации сейсмических полей, делились опытом их расшифровки и говорили о возможностях применения сейсмологии для выявления вертикальных и горизонтальных неоднородностей верхней оболочки Земли.

Участники конференции единодушно признали, что обмен информацией и дискуссии — хороший стимул для дальнейшего развития метода ГСЗ и международной кооперации.



Ученый секретарь СПАК,
доцент В. А. ГАГЕН-ТОРН

Совещание по астрономическому образованию

С 30 мая по 1 июня 1978 года в Рязанском педагогическом институте проходило совещание по астрономическому образованию, на котором обсуждались проблемы преподавания астрономии в педагогических институтах и средних школах Советского Союза. Совещание было создано Советом по подготовке астрономических кадров (СПАК) при Академии наук СССР. В совещании кроме членов СПАК приняли участие представители ряда педагогических институтов, а также преподаватели средних школ города Рязани.

С вступительным словом к собравшимся обратился председатель СПАК член-корреспондент АН СССР В. В. Соболев. Он остановился на задачах СПАК в области преподавания астрономии в педагогических институтах и средних школах. Отметив, что повышение уровня преподавания астрономии в средних школах возможно лишь при наличии высококвалифицированных учителей астрономии, он подчеркнул, что одна из основных задач СПАК — способствовать введению в большее число педагогических институтов страны специальности «физика и астрономия», имеющейся сейчас только в семи институтах. Он обратил внимание участников совещания на трудности, с которыми приходится сталкиваться (недостаток кадров, отсутствие оборудования, наблюдательных площадок, учебников и учебных пособий). Пути преодоления этих трудностей подробно обсуждались на совещании. Были рассмотрены учебные планы и программы курсов специальности «физика и астрономия». Представители педагогических институтов, в которых



эта специальность уже введена, поделились опытом работы. Так, на факультете повышения квалификации Ленинградского университета откры-

 Председатель СПАК, член-корреспондент АН СССР В. В. Соболев открывает совещание



лось отделение астрономии для преподавателей астрономии университетов и институтов. Занятия проводятся по тем шести специальностям, по которым ведется подготовка студентов в университете (теоретическая и наблюдательная астрофизика, радиоастрономия, звездная астрономия, небесная механика и астрометрия). Программа рассчитана на четыре месяца.

На совещании обсуждались вопросы преподавания астрономии в средних школах. Руководитель секции педагогических институтов и средних школ СПАК профессор Т. А. Агекян привел результаты опроса студентов математико-механического факультета Ленинградского университета и физико-математического факультета Ленинградского педагогического института о преподавании астрономии в школах, которые они окончили.

Оказалось, что в большинстве школ астрономию преподают учителя физики, но есть школы, где ее ведут учителя математики, географии и более далеких от астрономии дисциплин. Выяснилось, что очень плохо обстоит дело с наглядными пособиями по астрономии. В связи с этим СПАК организовал специальную рабочую группу (руководитель Е. П. Левитан), цель которой добиться обеспечения средних школ и педагогических институтов необходимым учебным оборудованием.

Повышению качества преподавания астрономии в школе в немалой степени способствует хорошо состав-

ленная программа. Обсуждение проекта перспективной программы по астрономии плодотворно ведется с 1975 года на страницах журнала «Земля и Вселенная». Недавно был опубликован вариант программы, разработанной комиссией по астрономии Ученого методического совета Министерства просвещения СССР («Земля и Вселенная», 1978, № 4, с. 66—68).

Интерес представило выступление кандидата педагогических наук Е. П. Левитана, рассказавшего об освещении вопросов преподавания астрономии в журналах «Физика в школе» и «Земля и Вселенная». С 1965 года по настоящее время в первом из них опубликовано около 150 статей, в которых затронуты те или иные вопросы астрономии и методики ее преподавания, во втором — под рубрикой «Астрономическое образо-



На родине Константина Эдуардовича Циолковского. Участники совещания у памятника основоположнику космонавтики и ракетной техники



АСТРОНОМИЯ
ЧЕШКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Кандидат физико-математических
наук
Г. А. ЛЕЙКИН

Чему же должна учить школьная астрономия?

На протяжении последних лет журнал «Земля и Вселенная» ведет обсуждение проблем преподавания астрономии в средней школе. По существу, дискуссия идет о том, как «осовременить» курс астрономии, какие новые проблемы следует в нем отразить, что можно сократить и т. д. Практически все выступления говорят о необходимости расширить разделы, посвященные методам современной астрофизики и космонавтики, новым результатам в исследовании звезд и звездных систем, космологии и другим, безусловно, важным и нужным вопросам.

Мне, однако, кажется, что за кругом внимания обсуждающих остается едва ли не самая важная задача курса астрономии в средней школе. Точно так же, как главная задача школьной биологии — показать место человека в ряду живых организмов, а географии — дать понятие о Земле как среде социальной жизни человека (разумеется, хорошо, если школьник получает при этом представление о современных методах биологии и географии), основной задачей школьного курса астрономии, как мне представляется, должен быть показ Вселенной как обобщение понятия среды обитания человека, сре-

ды, где разворачивается его социальная, практическая деятельность (конечно, это не следует понимать как призыв к антропоцентризму).

Не так уж много выпускников средних школ будут когда-нибудь заниматься звездной спектроскопией, и едва ли после окончания школы хотя бы один из десятка тысяч выпускников будет иметь дело с диаграммой «спектр — светимость», но все они будут жить на Земле, в условиях, в конечном счете определяемых космической средой, неотъемлемой частью которой является и сама Земля.

Известно, что человечество всегда использовало закономерности, свойственные космосу, и, мало того, само существование жизни и человека обусловлено этими закономерностями. Вероятно, следовало бы подчеркнуть, что космос как объект изучения астрономии всегда рассматривался в человеческой практике как критерий истинности. Достаточно вспомнить теорию гравитации Ньютона, опиравшуюся на движение Луны, теорию относительности, наконец, термоядерные реакции. Может быть, к этому следовало бы добавить, что лучшие умы человечества всегда сознавали это и, например,

Ч. Дарвин одно время сомневался в своей теории происхождения видов, поскольку принятая тогда Кельвинская шкала времени давала для эволюции Солнца срок, в который биологическая эволюция не могла уложиться.

В наше время изучение космоса как среды обитания человека становится особенно важным: человеческая деятельность приобретает космический характер, что связано не только с началом прямых исследований Солнечной системы, но (и главным образом!) с тем, что масштабы человеческой деятельности уже сейчас могут привести к изменениям экологической обстановки на Земле, эквивалентным вариации космических факторов и, следовательно, могут контролироваться лишь с учетом этих факторов. Здесь, по-видимому, следует говорить о погоде и климате, энергетических ресурсах, озоновом слое и т. д.

Я не имею прямого отношения к преподаванию астрономии в средней школе и, естественно, не могу предлагать конкретную программу курса, однако, мне представляется, что высказанные здесь соображения при создании школьного курса астрономии следовало бы учесть.

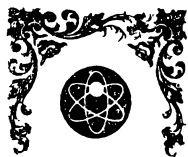
вание» опубликовано свыше 50 статей.

Профессор В. И. Курышев рассказал о преподавании астрономии в Рязанском педагогическом институте

и ознакомил участников совещания с работой станции по наблюдениям искусственных спутников Земли, организованной при институте. Совещание отметило высокий уровень пре-

подавания астрономии в Рязанском педагогическом институте.

По всем обсуждавшимся на совещании вопросам СПАК принял конкретные решения.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

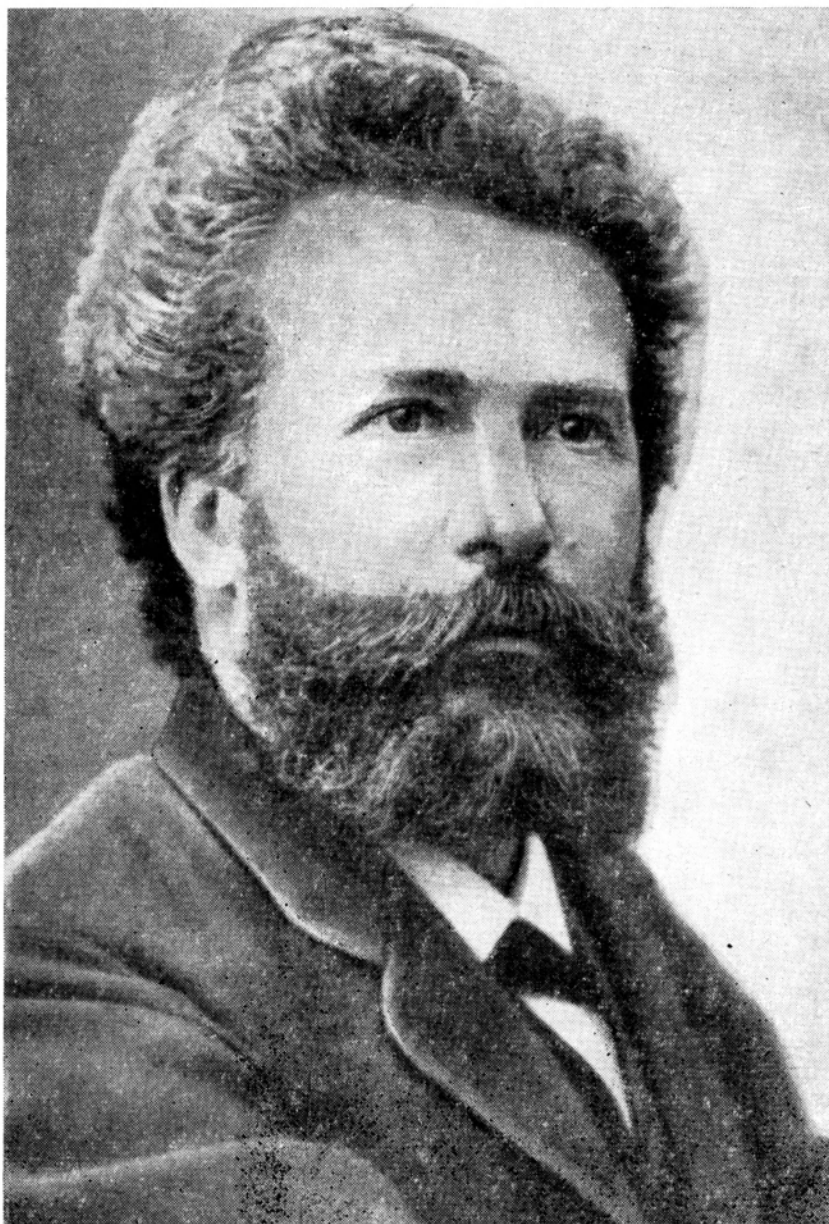
Кандидат филологических наук
А. В. БЛЮМ

Фламмарион и царская цензура

Имя замечательного французского астронома и популяризатора науки Камилла Фламмариона (1842—1925) стало известно в России более ста лет назад. Его «астрономическими» романами и научно-популярными книгами зачитывались, их обсуждали, о них спорили страстно и заинтересованно. О том, насколько популярен был французский астроном в России конца XIX — начала XX века, свидетельствуют отчеты многих общественных библиотек, по данным которых сочинения Фламмариона запрашивались в отделах естествознания необычайно часто, уступая лишь спросу на книги Ч. Дарвина и Х. Брэма; в отдельные же годы, как отмечали составители таких отчетов, «Фламмарион занимал первое место»...

Небывалый успех астрономических книг, написанных ученым, вполне объясним: наука в его сочинениях вышла из тесных стен обсерваторий, впервые о таинственных звездных мирах, представления о которых издавна были окружены сотнями религиозных и попросту обывательских предрассудков, он заговорил просто, ясно, поэтично. Успеху книг Фламмариона, помимо их собственно литературных достоинств, способствовали удивительные достижения астрономии во второй половине XIX века и огромная тяга людей к познанию окружающего мира.

Шестнадцатилетним юношей Фламмарион поступил в Парижскую обсерваторию, директором которой был знаменитый У. Лаверье. Но через четыре года маститый ученый заявил



■
Камилл Фламмарион

Фламариону, что работа в обсерватории и писание книг, «в которых даётся полная воля фантастике», несовместимы («Земля и Вселенная», № 2, 1967, с. 74—78.—Ред.). Камнем преткновения явилась книга двадцатилетнего Фламариона «Множественность обитаемых миров» (1862 г.), которая вышла на русском языке спустя три года (1865 г.).

Расставшись с официальной наукой, стоявшей, по его мнению, далеко от «живой астрономии», Фламарион посвятил свою жизнь популяризации достижений астрономической науки. Вот как в фантастическом романе «Уrania» (1889 г.) он охарактеризовал свою главную жизненную задачу: «Светильник разума и науки нужно держать высоко над головою; надо, чтобы пламя его разгоралось, надо вынести его на людные площади, на широкие улицы и в самые глухие закоулки. Все одинаково призвано! к свету; все жаждут им наслаждаться и, в особенности, все обиженные, обойденные судьбой, потому что они сильнее жаждут знания, чем довольные мира сего, не подозревающие о своем невежестве и гордящиеся им». Эта гуманистическая идея пронизывает все книги Фламариона. Особую любовь читателей он снискал после выхода в свет знаменитой «Популярной астрономии», переведенной на многие языки мира и только в России (под названием «Живописная астрономия») выдержавшей несколько десятков изданий. В нашей стране эта книга в известной мере стимулировала организацию любительских астрономических обществ и кружков. Так, своим непосредственным учителем называли Фламма-

риона создатели Нижегородского кружка любителей физики и астрономии, организованного в 1888 году («Земля и Вселенная», № 2, 1969, с. 75—79.—Ред.). Через год французский ученый был избран почетным членом кружка, и в ответ на это он откликнулся теплым, прочувствованным письмом к председателю кружка нижегородских любителей астрономии Г. Г. Горяинову.

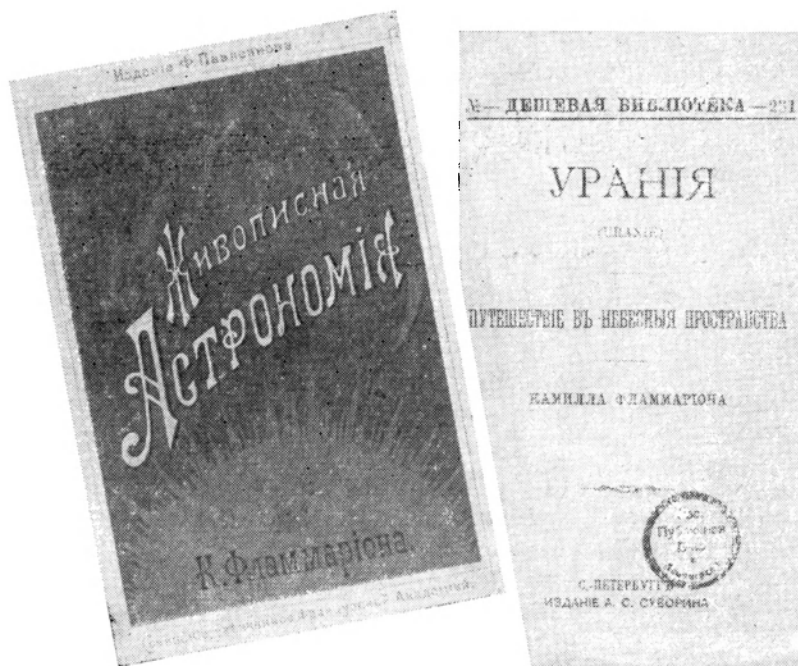
Справедливости ради заметим, что в книгах Фламариона рядом уживаются трудно совместимые вещи — точное научное знание и подчас малообоснованные фантазии, вера в разум и идеализм.* Так, идея множественности обитаемых миров подкреплялась ссылкой на акт «божественного творения»; Фламарион считал, что душа человека после смерти с быстротой мысли уносится на другие планеты (кстати, это утверждение позволило ему, не вдаваясь в техни-

ческие детали, «переносить» читателя на другие планеты и звезды, в увлекательной форме знакомить его с различными мирами и предполагаемой жизнью на других планетах). Впрочем, Фламарион в своих сочинениях был очень далек от ортодоксально-догматической религиозности. Вот это-то и привело к столкновению его книг с вездесущей царской цензурой, которая бдительно оберегала «чистоту» религиозного учения.

В архивах цензуры имя Фламариона мелькает довольно часто. Впервые оно появилось в журнале Главного управления цензуры 16 мая 1876 года, когда рассматривался вопрос «о нарушении программы «Журналом переводных романов и путешествий». По мнению цензуры, «помещение в журнале сочинений, подобных роману Фламариона «Странствование по беспредельному», приведет к самым неопределенным размерам этот журнал, и тогда пришлось

* Ю. Г. Перель. К вопросу о мировоззрении К. Фламариона и его роли в развитии и распространении астрономических знаний. «Историко-астрономические исследования», вып. 8, М., Изд-во АН СССР, 1962.

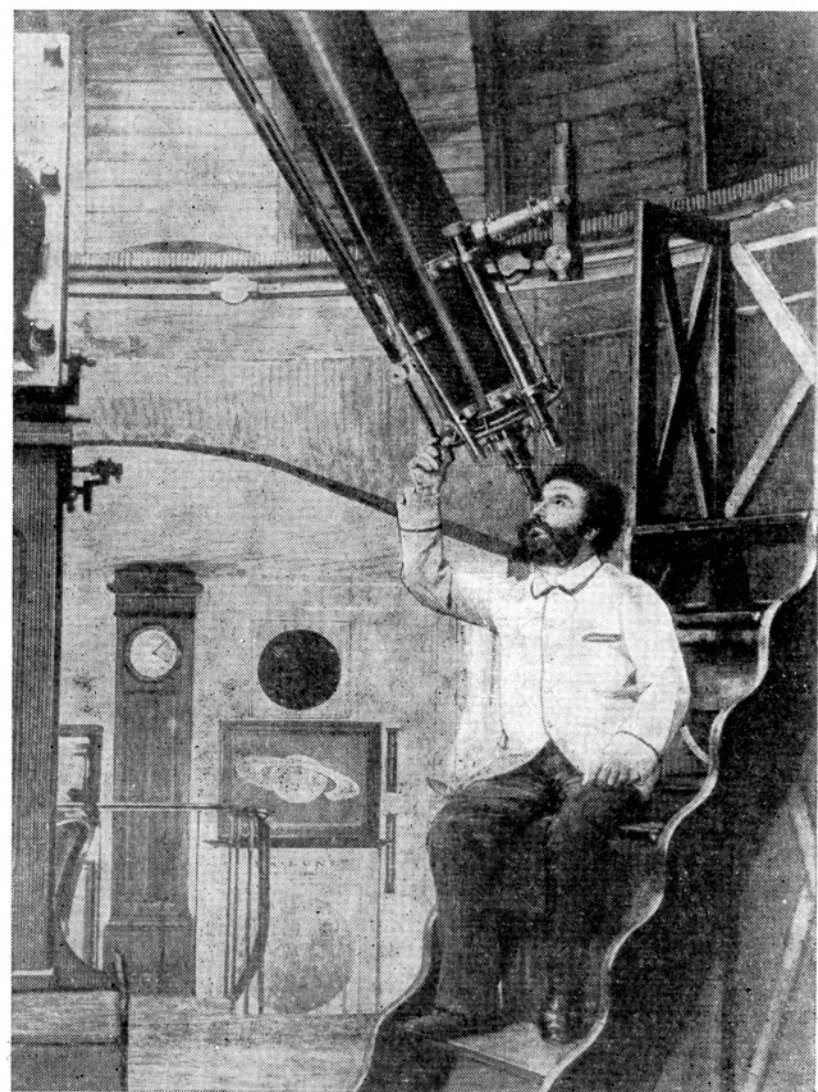
Обложки книг К. Фламариона, издававшихся в нашей стране



бы позволять в нем всевозможные статьи без исключения, озаглавливая их лишь «фантастическими странствованиями» в область философии, политики, социологии и т. д.». Цензоры, как мы видим, даже не рассматривали по существу содержание романа Фламмариона, их беспокоило лишь «нежелательное» расширение программы журнала, что могло создать опасный «прецедент» для публикации в нем под видом фантастики материалов, касающихся животрепещущих социальных проблем.

Более определенно высказал свое отношение к книгам Фламмариона Комитет иностранной цензуры, ведавший допуском в Россию зарубежных книг. В 1886 году Комитет рассматривал книгу астронома, изданную в Париже под названием «Dans le ciel et sur la terre» («В небе и на Земле»). Вот как он отзывался о ней: «Издание это содержит ряд отдельных статей, популярно изложенных и собранных в одну книгу. Цензурного внимания или строгости заслуживает статья о сотворении мира. В ней отвергаются библейские сказания о происхождении человека, об образовании земного шара и т. д.». Цензор предлагал исключить из книги наиболее «криминальные» страницы, но Комитет иностранной цензуры пошел еще дальше — книга была запрещена.

Фламмарион дал волю фантазии и в «Живописной астрономии», выпущенной в конце прошлого века известным русским книгоиздателем Ф. Ф. Павленковым в прекрасном переводе Е. А. Предтеченского. Общую цензуру, которой ведало Министерство внутренних дел, книга прошла спокойно, но уже после появле-



ния в свет ее подстерегала цензура специальная, осуществлявшаяся особым отделом Ученого комитета Министерства народного просвещения (или «затемнения», как горько шутили современники). Этот отдел ведал допуском книг в народные бесплатные читальни и библиотеки учебных заведений, и без его разрешения ни одна книга не могла попасть на их полки. Главным препятствием к допуску «Живописной астрономии»

в бесплатные библиотеки комитет считал совершенно излишние фразы, вроде следующих: «Без сомнения он (Марс) уже достиг своего апогея, между тем как мы еще остаемся детьми, самым глубокомысленным образом играющими в солдатики, в церковки, в ружья и пушки...» или: «Современным народам, вместо того, чтобы соперничать между собой в изготовлении пушек в 80, 100 или даже в 150 тонн... не лучше ли было хотя несколько воздержаться от бросания на ветер сотен миллионов, уплачиваемых разоренными плательщиками податей, и хотя бы со-

■
К. Фламмарион в своей обсерватории

тую часть этих средств посвятить на опыты, имеющие целью открыть нам дивные тайны природы...», или еще: «Это новый мир, в котором без сомнения живет теперь единый и нераздельный род, составляющий одну семью,— трудящийся, думающий, размышляющий, подобно нам, о великих и таинственных проблемах». Приведа эти и подобные им выдержки из «Живописной астрономии», Ученый комитет единогласно постановил «книгу для библиотек запретить». Сотни тысяч читателей России, преимущественно крестьяне и рабочие (ведь именно они были главными посетителями бесплатных народных библиотек), а также учащиеся лишились этой замечательной книги.

Приведенные выдержки свидетель-

ствуют о просветительских и пацифистских иллюзиях Фламмариона, не помышлявшего об активных путях переустройства общественной жизни и возлагавшего все надежды на науку и просвещение. И тем не менее, сравнение предполагаемой жизни на других планетах с земной — далеко не в пользу Земли конца прошлого века — заставляло задуматься над окружающей действительностью, будило мысль, воображение, вызывало, как обычно писали цензоры, «ненужную напряженность умов».

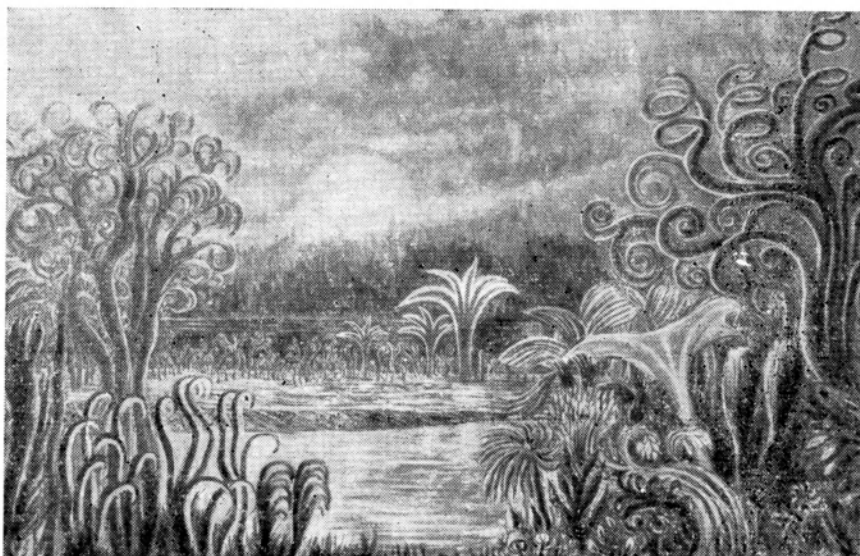
Остановимся еще на одном эпизоде, связанном с именем Фламмариона. В 1892 году княгиня Е. С. Урусова решила выпустить с «благотворительной целью», как она писала, альбом, посвященный ее высочеству

великой княгине Елисавете Федоровне, в котором она собиралась напечатать портреты и факсимиле автографов великих людей. Однако вышла непредвиденная задержка: Московский цензурный комитет запретил публикацию в альбоме автографа Фламмариона, содержащего, по донесению цензоров, «материалистические и социалистические тенденции». Е. С. Урусова обратилась в Главное управление цензуры с жалобой на действия московских цензоров, но петербургское начальство взяло их под свою защиту, ответив ей письмом такого содержания: «Должно признать решение Московского цензурного комитета вполне правильным. Автограф Фламмариона положительно неудобен для альбома вообще, особенно же для такого, который посвящен ее высочеству великой княгине...» Сейчас трудно сказать с полной определенностью, что же именно содержал автограф Фламмариона (в делах московской цензуры его обнаружить не удалось).

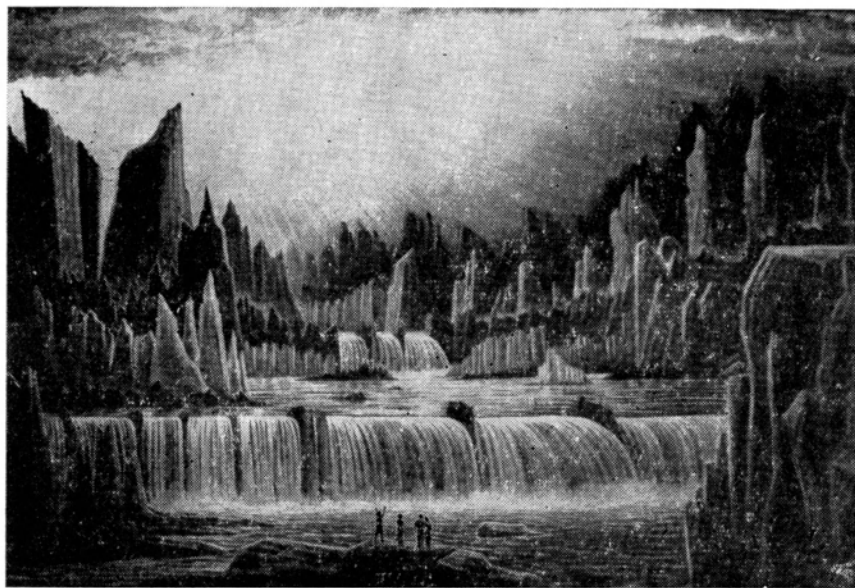
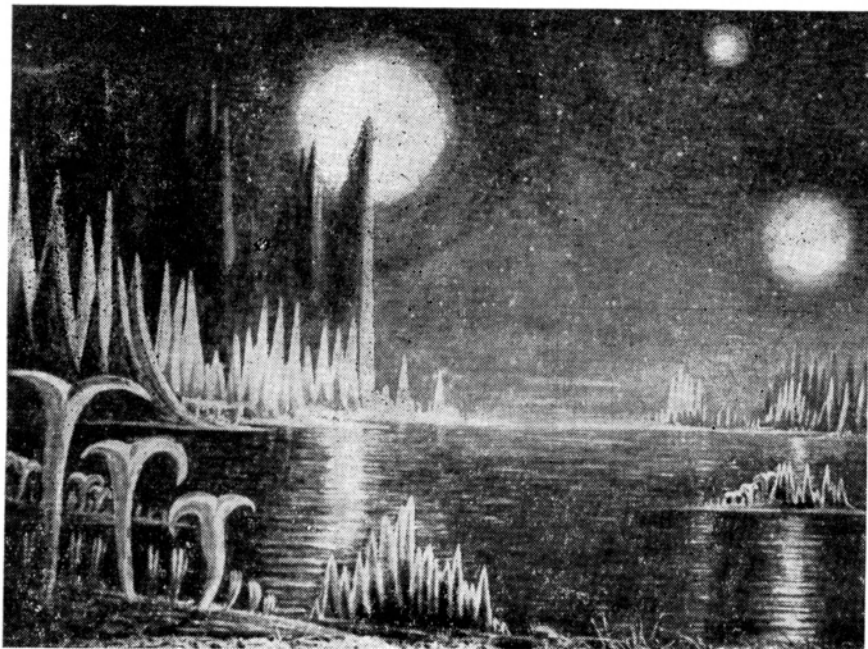
Таково было отношение царской цензуры к сочинениям крупнейшего астронома-популяризатора, сделавшего необычайно много для пропаганды достижений науки о Вселенной.

ХУДОЖНИК-ФАНАСТ ИЗ СОЛНЕЧНОГО ГОРОДА

В октябре 1973 года в Баку проходил XXIV конгресс Международной астронавтической федерации («Земля и Вселенная», № 2, 1974, с. 53—58.— *Ред.*). В кулуарах конгресса была развернута красочная экспозиция «Мир 2000 года». На ней демонстрировались лучшие научно-фантастические картины и рисунки, которые были присланы на международный конкурс «Мир завтрашнего дня», организованный журналом «Техника — молодежи». По словам народного художника Азербайджана Т. Т. Салахова, выставка художников-фантастов стала свое-



Планета Венера в отдаленном будущем



■
Планета трех лун

■
Планета голубого солнца

образным открытием нового жанра в нашем изобразительном искусстве — жанра научно-фантастической живописи.

Особым успехом пользовались на выставке шесть больших полотен (каждое площадью 6 м²): «Рождение планеты в системе двух солнц», «Планета изумрудно-зеленого солнца», «Планета в системе трех солнц», «Планета гигантского красного солнца», «Планета с тремя лунами», «Планета с пятью лунами». Автор этих картин — художник из Сочи Георгий Иванович Курнин. Ему и была присуждена первая премия за высокие художественные достоинства на международном конкурсе «Мир завтрашнего дня».

Из Баку выставка переехала в Москву, где она экспонировалась в Доме ученых, на Выставке достижений народного хозяйства и в Московском планетарии. На протяжении нескольких месяцев выставка демонстрировалась в Чехословакии, Венгрии, Польше и Португалии. И везде она имела огромный успех. Многие, видевшие на выставке картины Г. И. Курнина, оставили в книге отзывов теплые слова. Вот высказывание, принадлежащее члену корреспонденту АН СССР В. В. Федьинскому: «Вы взяли за трудную, но сейчас очень актуальную тему — физического прозрения в космические дали — и создали очень интересные произведения, которые заставляют задуматься многих и многих людей».

Для художника характерно создание циклов картин. На его полотнах изображено рождение планет, над которыми светят голубые, зеленые и рубиновые солнца, развитие на планетах растительного и животного мира, гибель планет.

Бесконечное разнообразие форм жизни во Вселенной — тема нового цикла картин Г. И. Курнина. В планах художника — изображение мира гигантских планет Солнечной системы.

Е. М. СЕТКОВА



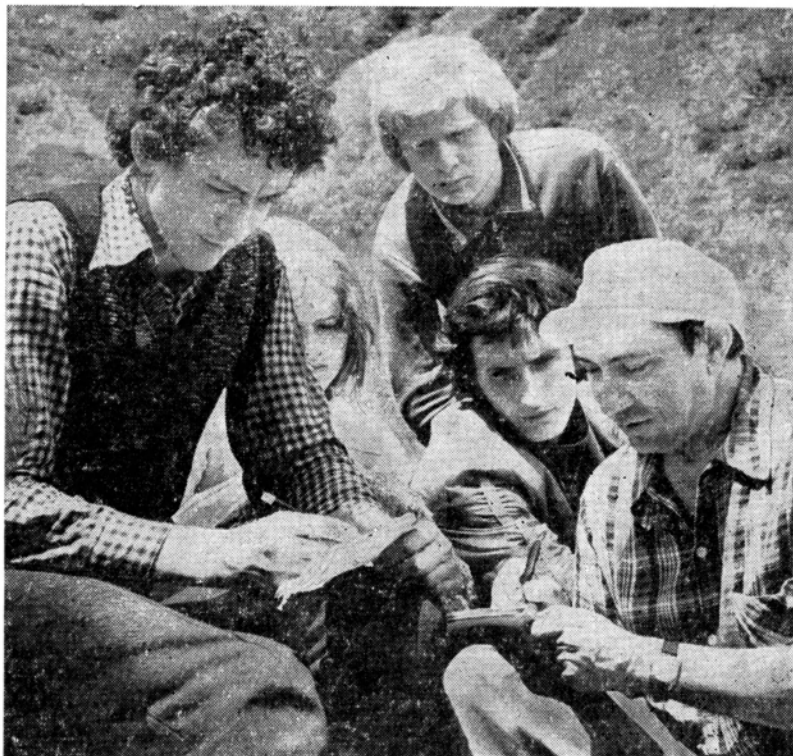
Руководитель научного общества
«Астрофизик»
кандидат физико-математических
наук
В. Ф. КАРТАШОВ

Школа юных наблюдателей Луны и планет

Летом 1977 года в живописном Тургенском ущелье Заилийского Алатау проходила школа, на которую собрались юные наблюдатели Луны и планет из Алма-Аты, Владимира, Запорожья, Кишинева, Куйбышева, Москвы, Ростова-на-Дону, Ульяновска и Ярославля. Организатором школы был астрономический клуб «Антарес», созданный десять лет тому назад при Алма-атинском Дворце пионеров и школьников имени Гани Муртбаева и Астрофизическом институте АН КазССР. Сейчас этот клуб входит в состав Малой академии наук школьников города Алма-Аты. Открытию школы предшествовала длительная подготовительная работа.

Юношеской секции Алма-атинского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества поручена организация наблюдений Луны и планет в коллективах юных астрономов. В начале 1977 года было выяснено, какими наблюдательными возможностями располагают любители астрономии. Оказалось, что из 70 астрономических коллективов лишь в 20 проводятся наблюдения Луны и планет. Именно в эти коллективы посылались в дальнейшем методические рекомендации для наблюдений планет-гигантов, а их участники были приглашены на первую летнюю школу наблюдателей Луны и планет.

Торжественное открытие школы состоялось 9 июля 1977 года в Астрофизическом институте АН КазССР. Выступая перед юными астрономами, старейший сотрудник института доктор физико-математических наук Д. А. Рожковский отметил, что в нашей стране есть немало примеров того, как юношеское увлечение пе-



реходит в серьезные занятия наукой, как бывшие любители астрономии становятся известными учеными. Он выразил пожелание, чтобы участники школы в будущем пополнили ряды сотрудников обсерваторий. После торжественного заседания юные астрономы познакомились с лабораториями института и основными на-

правлениями его научной деятельности.

На следующий день 50 участников школы выехали в палаточный лагерь, который был организован Малой академией наук школьников города Алма-Аты. Созданная в 1976 году Малая академия наук объединяет шесть научных обществ: «Астрофизик», «Биолог», «Географ», «Химик», «Юрист», «Физик — математик». Свыше тысячи школьников состоят членами этих обществ, работой которых руководят крупные специалисты и молодые ученые. Вместе с юными



Кандидат физико-математических наук В. Г. Тейфель (справа) беседует с участниками школы

Фото Т. Бурениной

астрономами в лагерь приехали юные ботаники, биологи, географы.

В палаточном лагере, разбитом в горах на высоте 1600 м над уровнем моря, проходили занятия школы. Каждый день ребята слушали обзорную лекцию, занимались в секциях, вели наблюдения. Лекции читали сотрудники Астрофизического института АН КазССР. Об исследованиях Луны и планет наземными средствами и космическими аппаратами рассказал кандидат физико-математических наук В. Г. Тейфель.

Автор статьи — организатор и руководитель школы — познакомил юных астрономов с возможностями любительских наблюдений планет и Луны. Самые простые визуальные наблюдения могут дать полезную информацию о характеристиках планет. Например, делая зарисовки облачного слоя Юпитера, можно проследить, как изменяются широты полос и зон, а регистрируя прохождение деталей через центральный меридиан планеты, можно определить их периоды вращения. Долготы деталей облачного слоя Юпитера меняются неравномерно, и особенно это заметно для тех из них, которые находятся чуть южнее знаменитого Красного Пятна.

До сих пор актуальны визуальные наблюдения «временных явлений» на лунной поверхности: изменения яркости и цвета деталей рельефа, помутнения внутри некоторых кратеров и т. п. Причины таких явлений пока неясны. Большую ценность представляют наблюдения Луны в прибор, в котором попеременно сменяются красный и голубой фильтры. С этим прибором окрашенные уча-

стки на лунной поверхности выявить значительно легче.

Фотографические наблюдения планет сложнее, но такие наблюдения расширяют круг задач, которые доступны любителю астрономии. Можно, например, изучать спектральный ход распределения яркости полос и зон Юпитера вдоль его экватора и центрального меридиана. Эти наблюдения позволяют судить об отражательных свойствах вещества облачного слоя планеты. Интересно



Первое знакомство с вертикальным кругом. Методист учебного планетария И. М. Дмитриев объясняет устройство прибора Гуле Омаровой
Фото Т. Бурениной



проследить, как меняются контрасты полос, зон, Красного Пятна и других деталей облачного слоя в зависимости от длины волны и по мере приближения детали к краю планетного диска.

Задачи визуальных и фотографических наблюдений Луны и планет подробно обсуждались на занятиях самой многочисленной секции «Луна и планеты». Чтобы участники школы лучше освоили методы наблюдений, алма-атинские школьники подготовили для них цикл лабораторных работ, который включал «Определение размеров и центра фотографического изображения планеты», «Широты и долготы деталей облачного слоя Юпитера», «Контрасты на диске Юпитера», «Фотометрический фактор ак-



тивности», «Распределение яркости по диску планеты» и другие.

Изучению планет фотоэлектрическими методами посвятил свой доклад сотрудник Астрофизического института АН КазССР Ю. А. Егоров. Он рассказал, как построить электрофотометр для наблюдений планет, как установить его на телескопе. Многие любители астрономии располагают телескопами с зеркалом диаметром около 40 см, на которых можно проводить абсолютные измерения блеска планет. Наблюдатели способны определить, в каких пределах меняется отражательная способность планет-гигантов и есть ли в колебаниях отражательной способности какие-нибудь закономерности. Если же парал-

лельно с фотоэлектрическими измерениями получить фотографии планеты, то калиброванные снимки планеты можно использовать для изучения долготной зависимости отражательной способности Юпитера и Сатурна, о которой известно пока чрезвычайно мало.

Учитывая еще неустоявшиеся интересы у ребят, организаторы школы расширили ее программу. И хотя главное внимание в работе школы уделялось Луне и планетам, желающие смогли познакомиться с пробле-



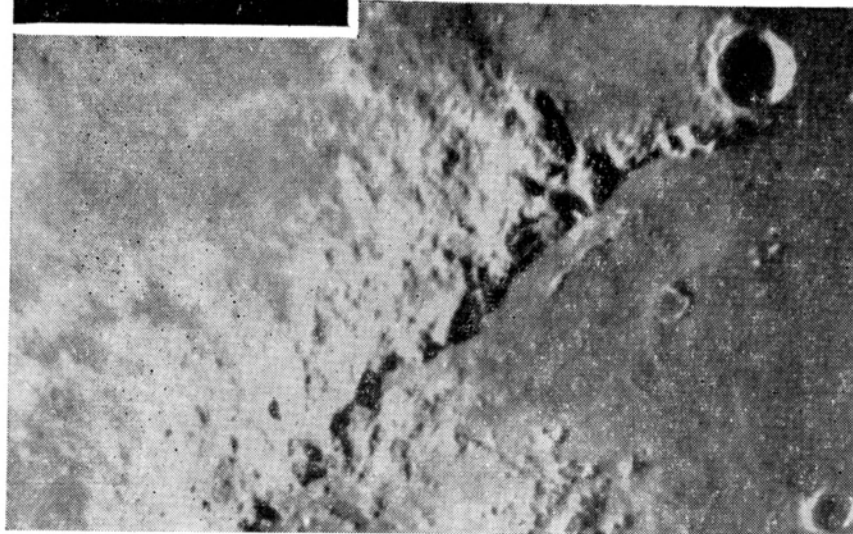
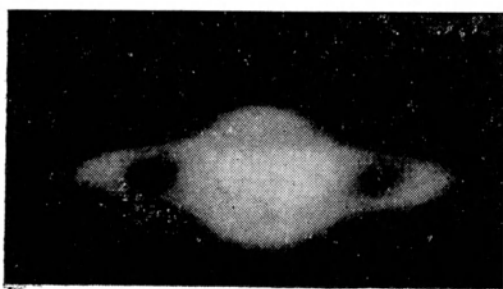
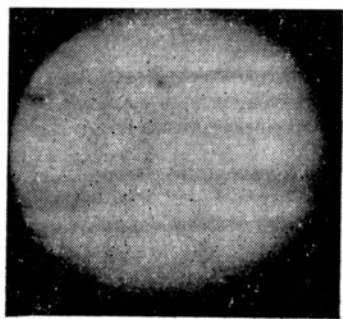
Кайрат Умаров овладевает техникой шлифовки зеркала для телескопа

Фото Т. Бурениной

мами и методами исследования Солнца, метеоров, переменных звезд — тех областей астрономии, в которых опытные любители способны сделать многое. Методы наблюдения метеоров ребята осваивали под руководством энтузиаста метеорных исследований Т. Л. Коровкиной (Ярославль), изготовлению зеркал для телескопов их обучал известный в нашей стране телескопостроитель А. А. Михеев (Ростов-на-Дону). Под руководством Н. Н. Аблиной (Москва) ребята фотографировали звездное небо на цветную обратимую пленку. Секцию практической астрономии возглавил методист учебного планетария И. М. Дмитриев (Куйбышев). Он предложил ребятам цикл работ на меридианном круге и теодолитах. Участники школы определяли зенитное расстояние Солнца и звезд, широту и долготу места наблюдений. Топографией лунной поверхности занималась с ребятами доцент Владимирского педагогического института Е. П. Разбитная.

Юные астрономы не только слушали лекции, выполняли лабораторные работы и вели наблюдения. В программе школы были предусмотрены конференция наблюдателей Луны и планет, а также астрономическая олимпиада. На конференции с интересным сообщением «Тени лунных гор во время кольцеобразного солнечного затмения» выступили Леонид Павлов и Артур Борисов из Ульяновска. Жюри единодушно присудило им первое и второе места, а в награду каждый из них получил фотоаппарат. Дмитрий Егоров из Владимира поделился опытом фотографирования Луны на школьном телеско-





Луна. Эту фотографию получили на 80-миллиметровом рефракторе Дмитрий Яшков и Игорь Павлов — члены астрономического кружка Клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР

Юпитер. Александр Лукин и автор статьи получили этот снимок на 30-сантиметровом рефлекторе

Сатурн. Планету сфотографировали на 30-сантиметровом телескопе Владимир Семенов и автор статьи

Участок лунной поверхности в районе Апеннин. Снимок сделан Сергеем Салиевым и автором статьи на 30-сантиметровом рефлекторе

пе. Эдуард Егоров из Ярославля рассказал, как он изготовил приборы для фотографирования звездного неба, и продемонстрировал альбом фотографий Млечного Пути. Нина КарабANOва из Кишинева сделала прекрасный обзор последних достижений в изучении Юпитера, а Александр Карнашов из Кишинева — в изучении Сатурна.

Астрономическая олимпиада выявила знатоков Солнечной системы. Ими оказались Леонид Павлов из Ульяновска, Александр Карнашов из Кишинева и Николай Толстопятков из Алма-Аты. Ребятам были вручены книги по астрономии, подписанные авторами, медали научного общества учащихся города Кишинева и грамоты Алма-атинского Дворца пионеров и школьников имени Гани Муртбаева.

Участники школы встретились с астрономами, работающими на Ассы-тургенской базе Астрофизического

института АН КазССР. Ребятам была предоставлена возможность наблюдать на 20-сантиметровом менисковом телескопе. Больше всех повезло Григорию Толстому из Москвы: он вместе с сотрудниками института получил снимок туманности Северная Америка на светосильной камере системы Шмидта.

О перспективах развития астрономии в Казахстане ребята узнали из беседы с директором Астрофизического института доктором физико-математических наук Т. Б. Омаровым. В ближайшее время на Ассы-тургенской базе института планируется установить телескопы с зеркалами диаметром 2,6; 1,5 и 1 м. Пока самый большой инструмент в институте — 70-сантиметровый телескоп, который эффективно используется для наблюдений галактик и межзвездной среды.

После знакомства с Ассы-тургенской базой института состоялось восхождение на перевал Аманжол (Счастливая дорога). Высота перевала 3200 м над уровнем моря. Не всем ребятам покорился перевал, но 23 из них на торжественной линейке в лагере получили значки и удостоверения «Турист СССР».

Двенадцать дней пролетели незаметно. На закрытии лагеря секретарь обкома ЛКСМ Казахстана В. Г. Яшин вручил участникам лагеря медали ЦК ВЛКСМ «Моя Родина — СССР».

Школа познакомила ребят друг с другом, многому научила их. Почти все ее участники выразили желание, чтобы такие встречи повторялись.



Астрономические явления в 1979 году

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ. В 1979 году произойдут два солнечных затмения, невидимые на территории СССР. **Полное солнечное затмение** 26 февраля будет наблюдаться в Северной Америке, на Британских островах, на юге Гренландии; **кольцеобразное солнечное затмение** 22 августа — в Антарктиде, на юге Южной Америки.

ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ. На 1979 год приходится два лунных затмения: **частное** в ночь с 13 на 14 марта и **полное** в ночь с 6 на 7 сентября.

Первое из них будет видно полностью к востоку от полуострова Таймыр, восточнее городов Бодайбо и Читы. Наибольшей фазы при заходе Луны затмение достигнет на Новосибирских островах и в Охотском море. Начало частного затмения при заходе Луны будет вблизи устья Колымы и восточнее Камчатки. Далее к востоку удастся наблюдать только полутеневую фазу затмения.

Второе затмение невидимо в европейской части СССР, Западной Сибири, Казахстане и в Средней Азии. Западная граница частного теневого затмения пройдет по линии Таймыр — Новосибирск — Иссык-Куль. Начало полного затмения после восхода Луны будет наблюдаться вдоль всего русла Лены и восточнее Братска; середина полного затмения — восточнее устья Лены и на озере Байкал, а конец полного затмения — на линии, идущей от Новосибирских островов через Забайкалье. Полностью все затмение можно наблюдать восточнее линии, соединяющей Восточно-Сибирское море с городами Якутск и Сковородино.

ПЛАНЕТЫ. Первый квартал 1979 года. Очень хороши условия видимо-

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЛУННЫХ
ЗАТМЕНИЙ
(время московское)

Фазы затмений	В ночь с 13 на 14 марта	В ночь с 6 на 7 сентября
Начало полутеневого затмения	21 ч 10,9 м	11 ч 20,2 м
Начало частного затмения	22 28,9	12 17,9
Начало полного затмения	—	13 31,3
Наибольшая фаза	0, 08,0	13 54,2
Конец полного затмения	—	14 17,1
Конец частного затмения	1, 47,2	15 30,5
Конец полутеневого затмения	3 05,2	16 28,2
Величина наибольшей фазы	0,858	1,099

сти Юпитера, противостояние которого приходится на 24 января. Путь планеты лежит высоко над горизонтом, вблизи звездного скопления Ясли в созвездии Рака. Попятное движение Юпитера продлится до 26 марта.

В созвездии Льва нетрудно отыскать Сатурн. Его противостояние наступит 1 марта.

Меркурий в первой декаде января можно наблюдать в южных широтах СССР утром. В конце февраля и до середины марта он виден вечером.

Венера в январе ярко блесит на утреннем небосводе. Она будет

перемещаться по созвездиям Весов, Скорпиона и Змееносца. В феврале Венеру можно видеть только на фоне утренней зари, а в марте условия не благоприятствуют наблюдению планеты.

Марс не виден.

Второй квартал. Меркурий после 10 июня можно наблюдать вечером в южных широтах СССР.

Венера и Марс видны утром в южных широтах СССР.

Юпитер можно наблюдать вечером и ночью в созвездии Рака, Сатурн — в созвездии Льва. Попятное движение Сатурна продлится до 10 мая.

Уран удастся наблюдать в бинокль в созвездии Весов. Противостояние планеты приходится на 10 мая.

Нептун можно обнаружить в светосильный бинокль или телескоп в южной части созвездия Змееносца. 10 июня планета будет в противостоянии.

Третий квартал. В первой декаде июля продолжается вечерняя видимость Меркурия в южных широтах СССР. Во второй половине августа его можно наблюдать утром.

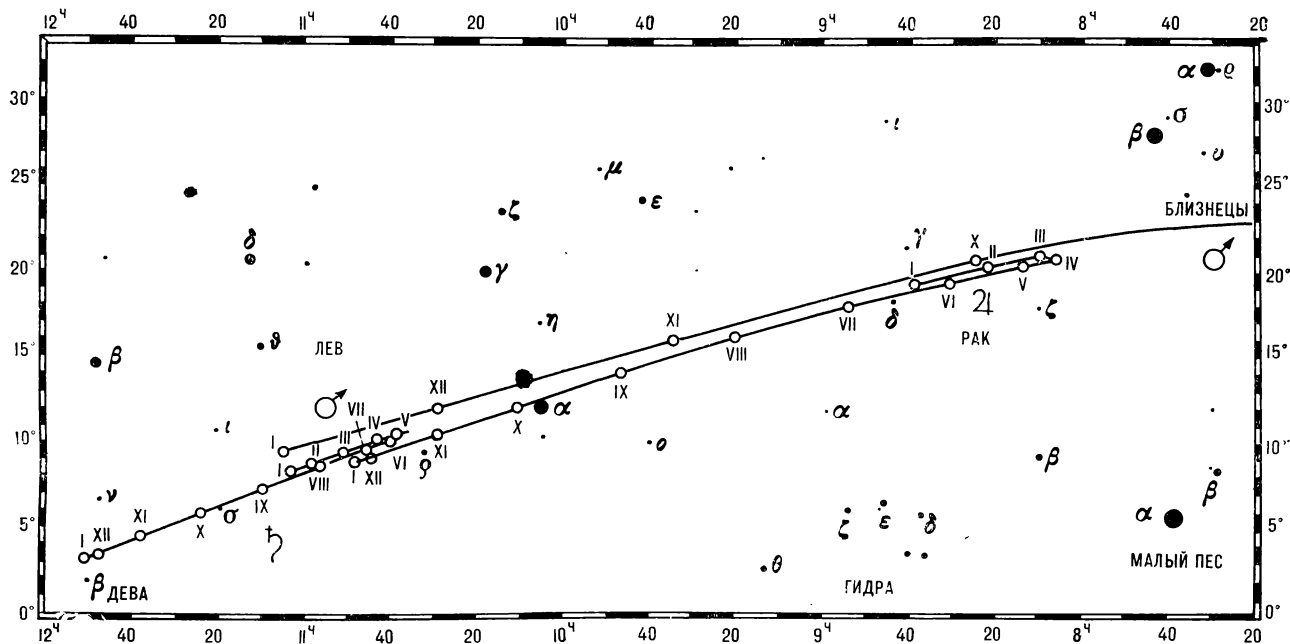
Венера не видна.

Марс доступен наблюдениям во второй половине ночи. Планета пересечет созвездия Тельца, Близнецов и Рака.

Юпитер во второй половине сентября появляется в лучах утренней зари в созвездии Льва.

Сатурн в июле виден вечером, а в конце сентября — утром в созвездии Льва.

Четвертый квартал. Меркурий в конце ноября и в декабре (кроме



последней пятнадцатки) виден утром.

Венеру можно наблюдать вечером в южных широтах СССР, а в декабре — и в более северных широтах.

Марс восходит поздно и виден всю вторую половину ночи в созвездиях Рака и Льва. 13 декабря он перегонит Юпитер.

Юпитер в начале квартала виден утром, а с середины ноября он поднимается из-за горизонта до полуночи. Планета будет находиться в со-

звездии Льва, ее попятное движение начнется 27 декабря.

Сатурн восходит ночью. Планета располагается на границе между созвездиями Льва и Девы. Попятное движение начнется с 8 января 1980 года. В ноябре 1979 года кольца Сатурна повернуты к Земле ребром, Солнце освещает южную сторону

Видимые пути Юпитера (♃) и Сатурна (♄) в 1979 году и Марса (♂) с 6 сентября до конца года

колец, а к Земле обращена северная — начинается первая за зиму 1979/80 года эпоха невидимости колец Сатурна.

Обращаем внимание наблюдателей на то, что в декабре 1979 года Марс, Юпитер и Сатурн будут находиться друг от друга на расстоянии менее 20°, а к концу месяца — менее 13°. Такая конфигурация планет сохранится и в первом полугодии 1980 года.

В. С. ЛАЗАРЕВСКИЙ

Новые книги

ПОПУЛЯРНО О ЗАТМЕНИЯХ

В 1978 году издательство «Наука» выпустило книгу М. М. Дагаева «Солнечные и лунные затмения». Книга адресована широкому кругу читателей. Из нее читатели узнают немало интересных фактов из истории астрономии, связанных с затме-

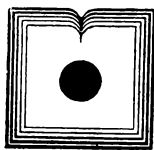
ниями, познакомятся с основными понятиями сферической астрономии и астрометрии и небесной механики, сумеют разобраться в закономерностях движения Луны. Особые разделы книги посвящены изложению причин и условий видимости солнечных и лунных затмений.

Автор подробно рассказывает о периодичности затмений, а также о тех простейших наблюдениях, которые любители астрономии могут выполнять во время затмений.

Интересующимся проблемой предвычисления затмений автор предлагает познакомиться с аналитиче-

скими и полуграфическими методами вычисления обстоятельств солнечных и лунных затмений. Соответствующие разделы книги требуют от читателей математической подготовки в объеме средней школы.

Заключительный раздел книги посвящен ближайшим солнечным и лунным затмениям. В приложениях к книге читатели найдут таблицы, содержащие сведения о солнечных и лунных затмениях до конца XX века.



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Член-корреспондент АН СССР

В. В. ФЕДЫНСКИЙ

Сила, что правит мирами...

Заголовок рецензии заимствован у К. П. Станюковича, одного из лучших знатоков теории гравитации. Ей, этой универсальной силе, действующей во всей нашей видимой и познаваемой человеком Вселенной, посвящено второе издание доступной, но строгой в научном отношении книги Н. П. Грушинского и А. Н. Грушинского «В мире сил тяготения» (М., «Недра», 1978).

В книге семь глав: всемирное тяготение, притяжение и сила тяжести, способы измерения силы тяжести, фигура Земли, гравитационное поле Луны и планет, внутреннее строение Земли, гравитационная разведка.

Люди самых различных профессий со средним образованием, студенты, учащиеся средней школы и профтехучилищ прочтут эту книгу с большой пользой и удовольствием для себя. С пользой — потому что они вспомнят и по-новому осознают закон Ньютона и его связь с теорией относительности, узнают, что гравитация не только управляет движением звезд и планет, но и служит мощным фактором их эволюции. Читатели найдут в книге много интересного из истории науки, связанного с познанием закона всемирного тяготения и его многочисленных следствий, познакомятся с применением гравиметрии для изучения фигуры Земли, Луны и планет, а также для практических целей — поиска полезных ископаемых. Книга доставляет и удовольствие, потому что написана хорошим литературным языком и понятна широкому кругу неспециалистов.

Выпуск книги — большая заслуга издательства «Недра». Однако ее небольшой тираж (всего 36 тыс. экз.)



не может удовлетворить потребность всех, заинтересованных в этой книге. И поэтому, если возникнет необходимость в третьем ее издании, уместно высказать некоторые критические замечания, которые могут пригодиться авторам.

В космологическую модель Вселенной следует включить ее интереснейшее свойство — «ячеистость» («Земля и Вселенная», № 3, 1978, с. 62—66. — Ред.). Это свойство Вселенной изучают советские (в частности, эстонские), а также американские астрономы, его можно рассматривать, как результат гравитационного взаимодействия материи во Вселенной при некоторой определенной схеме развития материи.

Абсолютное измерение силы тяжести баллистическим методом до-

стигло теперь высокой точности ($\pm 0,02$ мгал). Его надо описать подробнее и раскрыть перспективы, связанные с ним.

Раздел о геоиде нужно сделать более доступным. Вместо формулы Стокса, мало знакомой неподготовленному читателю, можно на модели показать связь фигуры геоида с аномалиями силы тяжести.

Раздел «Строение земной коры» следует расширить и дать вместо него раздел «Строение литосферы», включив сюда также взаимодействие литосферы с атмосферой. Это тем более уместно, что следующий раздел посвящен тектонике литосферных плит.

Раздел о гипотезе изостазии целесообразно перенести вперед (вместе со строением литосферы) и говорить не о гипотезе, а о проблеме изостазии. Ведь это уже не гипотеза, а нечто гораздо более изученное, **фактически существующее** (неважно, ~~как~~ изостатическое равновесие во многих областях Земли резко нарушено).

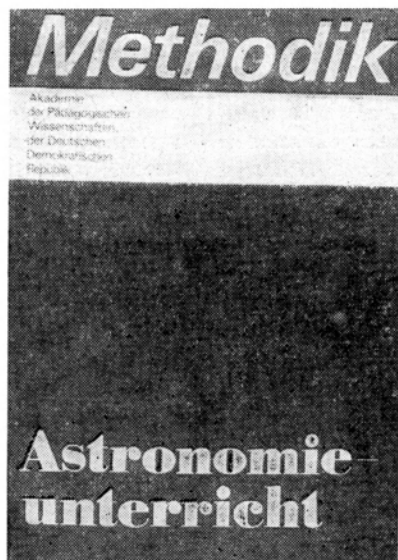
В главе о гравитационной разведке необходимо подчеркнуть, что это лишь один из методов разведочной геофизики, к тому же и не самый эффективный. Гравиметрия с наибольшей пользой применяется только в комплексе геофизических методов разведки.

Все эти замечания, однако, несколько не снижают высокой оценки научно-популярной книги «В мире сил тяготения». Мы благодарны за нее авторам и рекомендуем ее всем любителям естествознания.

Необходимое пособие для учителей астрономии ГДР

Находящаяся на стыке нескольких естественных и гуманитарных наук (прежде всего, астрономии и физики, космонавтики и геофизики, педагогики и психологии) методика преподавания астрономии в средней школе призвана решать две основные проблемы. **Первая** — вооружить каждого учителя оптимальным комплексом знаний, включающим теорию, методы и средства преподавания. **Вторая** — помочь каждому учащемуся не только овладеть основами астрономической науки, но и приобрести устойчивый интерес к достижениям астрономии и тесно связанной с нею космонавтики. Только тот, кому лично удалось справиться с решением обеих задач, в полной мере осознает, насколько они трудны. Поэтому столь необходимы учителям астрономии новинки методической литературы. И хотя рецензируемая книга вышла не в СССР, опыт наших коллег из ГДР может оказаться полезным для методистов, преподавателей пединститутов и учителей средних школ нашей страны.

«Методика преподавания астрономии» — коллективный труд, изданный в 1977 году Академией педагогических наук ГДР. Авторы «Методики» — высококвалифицированные специалисты во главе с доктором Х. Бернхардом (главный редактор научно-методического журнала «Астрономия в школе», ГДР). Среди ее авторов такие крупные методисты, как М. Шукковский, К. Линдер и ряд других ученых, имена которых известны и в ГДР, и в СССР. Сам факт появления этой книги свидетельствует о роли астрономии в общеобразовательной средней школе ГДР.



Наш журнал уже знакомил учителей с программой курса астрономии в школах ГДР («Земля и Вселенная», № 1, 1971, с. 24) и учебником («Земля и Вселенная», № 6, 1971, с. 58—59). Новая «Методика» написана применительно к этим действующим в ГДР программе и учебнику.

В первой главе книги подробно рассматриваются цели и задачи преподавания астрономии в средней школе, разработана система приобретения знаний, умений и навыков учащимися; подчеркивается роль астрономии в формировании диалектико-материалистического мировоззрения и в осуществлении нравственного воспитания молодежи.

Вторая глава книги включает обзор элементов астрономии, изучаемых в различных учебных предметах с 1

по 10 класс. Наиболее детально рассматриваются с этой точки зрения курсы физики, математики, географии, химии и истории 6—9 классов (таблица 1, с. 34—38). Раскрывая структуру и содержание систематического курса астрономии 10 класса, авторы обращают внимание учителей астрономии на основные космические объекты и их системы, методы исследования этих объектов и тематику доступных учащимся астрономических наблюдений (таблица 2, с. 40—42). Такой анализ удачно дополняет таблица 3 (с. 50—53). Первая из них ориентирует учителей астрономии на философские и мировоззренческие вопросы (существование закономерностей во Вселенной, развитие во Вселенной, познаваемость Вселенной, связь общества и науки), которые должны быть обсуждены при изучении тех или иных тем курса. Вторая — знакомит с примерами, способствующими повышению воспитательной эффективности уроков астрономии (факты из истории астрономии и космонавтики; разъяснение целей и перспектив освоения космоса и т. д.).

В курсе школьной астрономии методисты ГДР выделяют два основных раздела: «Планетная система» и «Астрофизика и звездная астрономия». Рецензируемая книга помогает учителям астрономии осмыслить узловые моменты соответствующего учебного материала (с. 42—50). Большую практическую помощь учителям астрономии окажут своеобразные «обзоры» важнейших сведений о различных небесных телах и методах их исследования. Таких обзоров несколько; каждый из них представляет собой

«блок-схему» (с. 58—62). Они наглядны и очень полезны.

Третья глава книги — самая большая по объему и очень важная по содержанию. Она посвящена всестороннему анализу процесса преподавания астрономии в средней школе. Если в первой главе изложены цели преподавания, во второй — раскрыты потенциальные возможности курса астрономии, то в третьей — делается попытка разъяснить учителям астрономии, как наилучшим образом решить задачи, стоящие перед курсом астрономии. Для этого, прежде всего, излагаются применительно к курсу астрономии такие дидактические принципы, как партийность, научность, доступность и наглядность преподавания, его неразрывная связь с жизнью. Как известно, преподавание (**деятельность учителя**) — лишь одна сторона педагогического процесса. Анализом ее нередко и сейчас ограничиваются авторы некоторых методических руководств. В противоположность им, авторы рецензируемой «Методики» уделяют внимание анализу учения (**деятельности учащихся**). От того, насколько активна деятельность учащихся и в какой мере она адекватна процессу познания в данной области науки (в нашем случае — астрономии), зависит в конечном счете успех всего педагогического процесса. Вот почему авторы «Методики» останавливаются на таких элементах деятельности учащихся, как сравнение, наблюдения и эксперименты, работа с моделями, классификация, систематизация и структурирование (с. 73—80). Впрочем, **реальная деятельность** учащихся включает (и по времени все же занимает большое место на каждом уроке!) не только это. Например, принято считать, что учащиеся пассивны, когда они слушают объяснение учителя. Но, очевидно, и такую деятельность учащихся можно активизировать, если вменить им в обязанность конспектирование нового материала, причем не просто кратко записывать рассказ учителя, а включать в процесс конспектирования упомянутые выше элементы активной деятельности, в частности, классификацию и

систематизацию. Эффективность указанной работы учащихся многократно возрастает, если учитель не ограничивается «меловым» или «словесным» объяснением, а умело использует комплекс аудиовизуальных средств обучения (прежде всего, диафильмы и кинофильмы), наглядные таблицы, модели и т. д. Этому важному аспекту деятельности учащихся авторы «Методики» уделяют, как нам представляется, недостаточное внимание.

Отдельный параграф книги посвящен анализу дидактических и методических возможностей учебного оборудования, которые, однако, подробно рассматриваются лишь на примерах использования демонстрационной подвижной карты звездного неба (с. 83) и теллурия (с. 85—86). Весьма интересны параграфы, показывающие, как оборудовать кабинет астрономии (с. 89—92) и площадки для астрономических наблюдений. Наши немецкие коллеги придают исключительно большое значение созданию и использованию в учебном процессе школьных обсерваторий и планетариев (с. 94—96). В ГДР построено (и успешно функционируют) довольно много школьных обсерваторий. К сожалению, этот весьма ценный и перспективный опыт обобщен в «Методике» крайне лаконично.

Рецензируемая книга ориентирует учителей астрономии на необходимость тщательного планирования уроков астрономии, экскурсий и астрономических наблюдений. Таблицы 5—8 (с. 104—107) содержат программы и подробнейшие (расписанные по минутам!) планы проведения наблюдений с группами и подгруппа-

ми учащихся (работать с подгруппами учителю помогают его ассистенты — наиболее подготовленные и увлекающиеся астрономией учащиеся). «Запрограммирована» не только деятельность учителя и его ассистентов, но и деятельность учащихся, для которых разработаны индивидуальные задания (с. 110—111), «протоколы» наблюдений (с. 150—157), составлены вопросы для повторения пройденного материала и ряд задач, даны указания, касающиеся самостоятельной работы с учебником. Вообще нужно сказать, что в книге **детально разработана методика организации, подготовки, проведения и обработки наблюдений** (с. 164—168).

Один из важнейших компонентов педагогического процесса — «обратная связь» между учащимися и учителем, которая должна быть реализована путем проверки знаний, почерпнутых учащимися из уроков и наблюдений. Понимая это, авторы «Методики» рекомендуют учителям астрономии применять разнообразные формы устного и письменного контроля (с. 113—117).

В курсе астрономии немало трудных для учащихся вопросов. По мнению немецких методистов, таковы, например, «Расстояния и блеск звезд» и «Диаграмма Герцшпрунга — Рессела». Поэтому в «Методике» дан подробный научно-методический анализ обеих тем (с. 118—137). В нем особую ценность представляют предлагаемые **варианты изложения и соответствующие им демонстрационные эксперименты**. К сожалению, другие темы курса столь подробно в книге не рассматриваются. В частности, даны лишь общие рекомендации к

Книга о памирских ледниках

Гляциология — наука о природных льдах и управлении ими — весьма перспективна. Именно в этом перспективном ключе написана книга «Горы, льды и гипотезы» («Гидрометеиздат», 1977), принадлежащая известному советскому гляциологу, члену-корреспонденту АН СССР В. М. Котлякову. Она написана просто, увлекательно, взволнованно и, несмотря на популярное изложение, на высоком научном уровне.

Книга рассказывает о гляциологической экспедиции АН СССР, работавшей на Памире в 1968—1973 годах. Экспедиция должна была разобраться в том, почему в Средней Азии мощные ледниковые системы мирно соседствуют с обширными сухими пустынными районами.

Ключ к решению задачи находился в одной из наименее доступных зон земного шара — центральной высокогорной части Памира. Там и надо было искать тайну рождения, жизни и смерти ледников. Люди знали о Памире со времен Согдианы и походов Александра Македонского. Древние караванные пути и маршруты завоевателей проходили вблизи этой загадочной страны. Однако Центральный Памир оставался на карте белым пятном вплоть до 30-х годов нашего столетия.

Памирские высокогорные ледники и снежники, дающие жизнь Средней Азии, труднодоступны. Члены экспе-



диции, о которой рассказывается в книге, мужчины и женщины, героически штурмовали горную страну с высочайшими вершинами. Надо было не просто добраться туда по следам альпинистов, но и жить и работать там, где жить и работать невероятно трудно и опасно. Один из членов экспедиции молодой гляциолог Игорь Краснослободцев погиб, упав в трещину высокогорного ледника в бассейне Уйсу. Так на карте Памира по-

явился ледник Краснослободцева.

Книга В. М. Котлякова ясна, скромна и правдива. Скорбные страницы сменяются живыми картинами величественной природы. Перед читателем встают чудесные виды грандиозных ледопадов, долинных ледников, «кающихся снегов», напоминающих процессии капуцинов.

Автор подробно рассказывает, как была выполнена задача экспедиции, как впервые удалось раскрыть баланс масс неприступных памирских ледников, включая слабо изученный фактор — их внутреннее питание. Талая вода, проникающая по трещинам в холодное тело ледника, замерзает, но одновременно выделяется теплота плавления, и прирост ледниковой толщи сопровождается ее разогревом. Судьба ледника зависит и от превращения снега в лед, происходящего в фирновой зоне. Все эти сведения в будущем понадобятся специалистам.

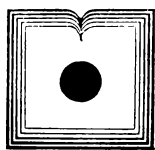
Книга хорошо оформлена, содержит много отличных фотографий, выполненных в труднейших условиях экспедиции О. Ротондаевой. В предисловии к книге сказано: «...Хочется, чтобы сухие гипотезы о снеге, льдах и воде стали живыми, ведь в основе их рождения лежит человеческая любовь — к природе, науке, людям». Думается, что автор подарил читателям одно из лучших, на мой взгляд, научно-популярных произведений года.

изучению вопросов космонавтики в курсе астрономии (с. 158—161).

Общая оценка «Методики» не вызывает у рецензента никакого сомнения: **учителя астрономии ГДР получили полезную и нужную для них**

книгу. И еще: рецензируемый коллективный труд свидетельствует о достигнутых успехах в разработке основ методики преподавания астрономии. Правда, впереди большая работа: теорию обучения или дидакти-

ку школьной астрономии еще предстоит создать. Соответствующие исследования уже проводятся в ряде стран, причем наиболее целенаправленно, пожалуй, в СССР и ГДР.



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Книги 1979 года

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В разделе учебной литературы намечается выпуск переработанных и дополненных изданий учебников **С. Н. Блажко «Курс практической астрономии»** и **Д. Я. Мартынова «Курс общей астрофизики»**. Особенно серьезной переработке (осуществлена В. В. Подобедом и Д. Н. Пономаревым) подвергся «Курс практической астрономии», последнее издание которого вышло в 1951 году. Вспомогательная учебная литература представлена книгой **В. Б. Гуревича «Введение в сферическую астрономию»**, освещающей основные принципы этого раздела науки.

Довольно обширен раздел научной литературы. Предусматривается выпуск первыми изданиями следующих книг:

В. К. Абалакин «Основы эфемеридной астрономии»;

Р. Е. Гершберг «Вспыхивающие звезды малых масс»;

С. Дебарба, Б. Гино «Способ равных высот в астрономии» (перевод с французского В. М. Васильева);

А. З. Долгинов, Ю. Н. Гнедих, Н. А. Силантьев «Распространение и поляризация излучения в космических средах»;

С. А. Каплан, С. Б. Пикельнер «Физика межзвездной среды»;

Г. М. Попов «Асферические поверхности в астрономической оптике»;

М. У. Сагитов «Лунная гравиметрия»;

А. Н. Симоненко «Метеориты — осколки астероидов».

Некоторые из этих монографий будут интересны квалифицированным любителям астрономии.

Справочная литература представлена «**Астрономическим календарем на 1980 год**». В последнее время объем этого издания несколько увеличен: подробнее даются некоторые эфемериды и расширен раздел «Приложений».

Планируется переиздание ряда научно-популярных книг, пользующихся спросом читателей. Среди них:

В. Г. Горбачкий «Космические взрывы» (3-е изд.);

М. М. Дагаев «Наблюдения звездного неба» (4-е изд.);

В. П. Цесевич «Что и как наблюдать на небе» (5-е изд.).

Большой интерес у читателей вызвала книга **М. С. Навашина «Телескоп астронома-любителя»**, изучив которую, можно самостоятельно построить телескоп-рефлектор средних размеров. В 1979 году эта книга выйдет пятым изданием.

Готовится к выпуску книга **И. Д. Новикова «Эволюция Вселенной»**, посвященная современной космологии — науке о строении и эволюции Вселенной в целом.

В 1979 году Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука» начинает выпуск новой серии «Библиотека любителя астрономии». Книги этой серии должны помочь любителям в организации, проведении и обработке наблюдений различных не-

бесных объектов. У всех книг единый план: в первой части рассказывается о небесных телах, которым посвящена книга, во второй — о задачах, методах и способах обработки любительских наблюдений. В 1979 году будет издана первая книга этой серии: **В. А. Бронштэн «Планеты и их наблюдение»**. Первое издание вышло в 1957 году; второе издание полностью переработано с учетом новых исследований и наблюдательных средств, которыми располагают сейчас любители астрономии.

Рекомендуем читателям пользоваться системой предварительных заказов на книги в магазинах «Академкниги» и «Союзкниги». Это гарантирует получение нужного издания и способствует правильному определению тиража.

Заведующий редакцией
астрономической литературы
И. Е. РАХЛИН

РЕДАКЦИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В. А. Друянов «Космическая эра земных наук».

Автор рассказывает о средствах и методах изучения Земли из космоса, о том, как спутники помогают предсказывать погоду и искать полезные ископаемые, точнее измерять Землю и составлять географические карты, следить за чистотой океанов и сохранностью лесов. Космическая радио- и телефонная связь, наблюдение за сельскохозяйственными угодьями и предсказания стихийных бедствий — таков диапазон «работы»

Книги 1979 года

космических спутников, кораблей и станций.

Г. В. Войткевич «Химическая эволюция Солнечной системы».

В книге освещены современные проблемы космохимии, связанные с возникновением Солнца, планет и их спутников. Автор показывает генетическое единство вещества Солнечной системы, анализирует общие закономерности происхождения и распространения химических элементов, подробно рассматривает процессы, приведшие к образованию планет и определившие их химический состав.

А. А. Никонов «Современные движения земной коры».

С помощью высокоточных приборов удастся не только измерять движения земной коры, но в ряде случаев и предсказывать их интенсивность, определять место и время катастрофических явлений. Книга написана на основе исследований, проводившихся в нашей стране и за рубежом.

И. А. Резанов «Происхождение океанов».

В книге рассказывается о рельефе дна океанов, возрасте и условиях образования рыхлых донных осадков, химическом составе магматических пород, результатах глубоководного бурения дна океанов, исследованиях коры и мантии Земли. Это позволяет оценить различные научные гипотезы о происхождении океанов.

М. И. Львович «Круговорот воды на Земле».

Читатель познакомится с историей представлений о круговороте воды, основными источниками водных ресурсов, их распределением на нашей планете и географическими за-

кономерностями. Он узнает также о влиянии человека на круговорот воды и мерах рационального использования и охраны водных ресурсов.

Заведующий редакцией
В. П. ЛИШЕВСКИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Один из пионеров ракетной техники академик **В. П. Глушко** в своей книге «Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР» рассказывает о важнейших этапах развития советской космонавтики (от момента зарождения первых идей в дореволюционной России до великих космических свершений в наши дни).

Книга летчика-космонавта СССР **В. Н. Кубасова** и **А. А. Дашкова** «Межпланетные полеты» посвящена выбору траекторий космических аппаратов, определению энергетических затрат при выведении на орбиту, времени старта с Земли, описанию методов коррекции траекторий и способов управления полетом.

В книге «Человек и космическая астронавигация», под редакцией летчика-космонавта СССР **В. Ф. Быковского** и **Л. С. Хачатурьянца**, дан анализ деятельности космонавта-оператора в системе навигации пилотируемых космических кораблей, изложены результаты экспериментальных исследований в области космической навигации.

А. А. Куландин, С. В. Тимашов, В. П. Иванов в книге «Энергетические системы космических аппаратов» приводят теорию, расчет и опи-

сание конструкций энергетических систем космических аппаратов и их элементов. В книге рассмотрены первичные источники энергии, преобразователи энергии, устройства для отвода тепла в космическое пространство. Имеются сведения об основных типах двигательных установок.

В книге «Проблемы дислокации космических аппаратов в окрестностях точек либрации системы Земля — Луна» под редакцией летчика-космонавта СССР **Г. С. Титова** рассматриваются перспективы решения научных и народнохозяйственных задач, связанных с использованием космических аппаратов. Исследуется характер движения космических аппаратов в окрестностях точек либрации и варианты способов удержания космических аппаратов в этих точках.

Книга **В. Г. Денисова** «Космонавт и космический корабль» содержит ответы на вопросы, интересующие многих читателей. Вот некоторые из этих вопросов: как работают космонавты со сложнейшей техникой, которой оборудованы космические корабли и орбитальные станции? Как используются возможности космонавта? Какие работы берет на себя автоматика? Какие принципы лежат в основе деления обязанностей между человеком-оператором и автоматом?

Редактор редакции космонавтики
О. С. РОДЗЕВИЧ

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ

Большое внимание уделяется изданию учебной литературы по гидрометеорологическим дисциплинам для вузов и техникумов. Будут выпущены «Практикум по долгосрочным прогнозам погоды» **И. А. Баумана, К. В. Кондратовича, А. И. Савичева**, «Сборник упражнений по численным методам прогноза погоды» **Н. Н. Белова**, «Гидрофизика водоемов суши» **Т. В. Одровой**, «Гидрологические расчеты» **И. Ф. Горюшкова**, «Автоматизированная обработка гидрометеорологической информации» **В. И. Григорьева**, «Гидрологические прогнозы» **Е. Г. Попова**.

Научная литература представлена отечественными и переводными книгами. Вопросы охраны окружающей среды рассматриваются в книгах: «Антропогенные изменения водности рек» И. А. Шикломанова, «Гидрологические аспекты территориального перераспределения речного стока» коллектива авторов, «Вопросы инженерной гидрохимии и охраны вод» Я. Ф. Плешкова и В. И. Мухопода.

Проблеме прогноза погоды и гидрометеорологических элементов посвящены сборники «Теоретические основы прогноза погоды на средние сроки» (перевод с английского), «Моделирование и прогноз структуры верхнего слоя океана» (перевод с английского), а также «Численные методы, используемые в атмосферных моделях» Ф. Мезингера и А. Аракавы (перевод с английского), «Краткосрочный прогноз атмосферных осадков» К. М. Орловой, «Прогноз температуры воды в океане» М. Г. Глаголевой и Л. И. Скриптуновой, «Долгосрочные прогнозы тепловых процессов в Северной Атлантике» Е. И. Серякова.

Готовятся к изданию книги, в которых найдут отражение вопросы физики и динамики атмосферы. Среди них: «Избранные работы по физике атмосферы» В. Г. Кастрова, «Динамика облаков» Л. Т. Матвеева, «Краткий курс физики облаков» Р. Роджерса (перевод с английского), «Энергетика внутритропической зоны конвергенции» А. И. Фальковича.

Морской тематике посвящены монографии «Берингов пролив (региональная физическая океанография)» коллектива авторов (перевод с английского), «Мелкомасштабная океаническая турбулентность» А. С. Молина и Р. В. Озмидова, «Приливные движения» В. Б. Ржонсницкого, «Изменение скорости звука в океане» Г. Н. Серавина.

Большое внимание уделяется изданию научно-популярных книг. В 1979 году выйдут «Океан: активные поверхности и жизнь» Т. А. Айзатуллина, В. Л. Лебедева и К. М. Хайлова, «Оптические исследования в космосе» коллектива авторов, в ко-

торый входят летчики-космонавты А. Г. Николаев и Е. В. Хрунов, «Метеорологические знаки» И. М. Имянитова, «Бороться и искать!» З. М. Каневского, «Книга о воде» О. А. Спенглера.

На широкий круг читателей рассчитаны книги, посвященные изучению полярных областей. Это — «Уроки Севера» А. Н. Грацианского, «Полярные дневники» Е. К. Федорова, сборник «М. М. Сомов». Об охране окружающей среды и животного мира расскажут книги «Морские млекопитающие и человек» Ф.-Г. Вуда (перевод с английского), «Опасные обитатели моря» Э.-Д. Ричиути (перевод с английского), «Онего» Г. А. Горышина, А. П. Самойлова и Л. А. Региня, «Озера Африки» Ю. Д. Дмитриевского и И. Н. Олейникова.

Готовится очередной, 19-й, выпуск ежегодного научно-популярного гидрометеорологического сборника «Человек и стихия».

З. В. БУЛАТОВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

Изданием второго тома «Атмосфера и ионосфера» и третьего тома «Магнитосфера и радиационные поясы» закончится издание фундаментальной коллективной монографии «Юпитер» (том первый «Происхождение. Внутреннее строение. Спутники» выпущен в 1978 году).

Книги лауреата Нобелевской премии Х. Альвена и Г. Аррениуса «Эволюция Солнечной системы» и «Проблемы солнечной активности» посвящены многим актуальным вопросам астрономии.

Книга «На переднем крае астрофизики» под редакцией Ю. Эвретта написана коллективом американских астрономов с целью ознакомить неспециалистов с современными проблемами науки о небе: загадкой рождения и смерти звезд и планет, происхождением межзвездных молекул и «мазеров», крупномасштабной структурой окружающего нас мира.

Книга «Пульсары», принадлежащая перу директора Гриничской обсерватории Г. Смита, познакомит читателей с астрономией и физикой нейтронных звезд, испускающих импульсное радиоизлучение.

В монографии известного японского ученого Т. Рикитакэ «Предсказание землетрясений» представлена одна из актуальных проблем геофизики.

Книга индийских специалистов А. Гупты и Б. Растоги «Плотины и землетрясения» посвящена обнаруженному в последние годы возрастанию сейсмической активности в районе крупных плотин и заполненных водой хранилищ.

Дж. Миберн в книге «Обнаружение и спектрометрия слабых источников света» рассматривает экспериментальные методы, применяемые при фотометрических и спектроскопических исследованиях источников излучения с низкой интенсивностью. Книга «Лазерный контроль атмосферы» под редакцией Э. Хинкли рассказывает о способах дистанционного измерения атмосферных параметров с помощью лазеров.

В коллективной монографии «Инфракрасная и субмиллиметровая астрономия» под редакцией Дж. Фацио собраны работы по быстроразвивающимся исследованиям в области

Книги 1979 года

спектра излучения небесных тел, ранее недоступной астрономии.

Э. Мак-Картни книгой «**Оптика атмосферы**» заинтересует не только специалистов по атмосферной оптике, но и инженеров оптической аппаратуры.

Книги **Д. Грея** «**Наблюдения и анализ звездных фотосфер**» и **С. Миттона** «**Исследование галактик**» послужат хорошим учебным пособием как для преподавателей, так и для студентов старших курсов.

Заведующий редакцией астрономии и геофизики
Л. В. САМСОНЕНКО

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

В серии «Космонавтика, астрономия» выйдут в свет брошюры: **Ю. И. Стахеев, В. Д. Перов** «**Космические аппараты исследуют Луну**». Издание брошюры приурочено к 20-летию запуска советской автоматической станции «Луна-1»;

Б. Н. Петров «**Первые международные экипажи «Интеркосмос»**». Председатель совета «Интеркосмос» при Академии наук СССР рассказывает о работе космонавтов на станции «Салют-6»;

П. А. Агаджанов «**Космические командно-измерительные комплексы**». Брошюра знакомит со структурой этого комплекса и входящими в него центрами космической связи;

В. П. Михайлов, Г. Н. Назаров «**Космические стартовые комплексы**». В брошюре приводятся описания крупнейших космодромов мира и их стартовых площадок;

А. Г. Иосифьян «**Электротехниче-**

ские системы автоматических межпланетных станций». Читатель брошюры узнает о работе систем, с помощью которых был осуществлен ряд выдающихся экспериментов в исследовании Луны и планет;

К. Я. Кондратьев, Н. Н. Крупенио «**Новое о Венере**». В этом обзоре подведены итоги недавним полетам к Венере советских и американских автоматических станций;

В. И. Севастьянов, А. Д. Урсул, А. М. Старостин «**Космонавтика и научный эксперимент**». В брошюре рассматриваются методологические вопросы космонавтики;

Л. П. Грищук «**Космология: теория и наблюдения**». Брошюра посвящена наблюдательным аспектам науки, изучающей общие характеристики Вселенной в целом.

Б. Н. Пановкин «**Проблема внеземных цивилизаций**». Автор брошюры рассказывает о последних экспериментах по космической связи с другими цивилизациями и объясняет, чем вызвана неудача этих экспериментов.

Кроме того, издательство «Знание» выпустит два сборника «**Современные достижения космонавтики**» и «**Современные проблемы астрофизики**».

Редактор серии «Космонавтика, астрономия»
Е. Ю. ЕРМАКОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЫСЛЬ»

Книга **Н. М. Сваткова** «**Земное зеркало Солнца**» посвящена определению изменений температурного режима Земли в геологическом прошлом. Она будет полезна всем, кто

интересуется прошлым и будущим биосферы Земли.

В научно-популярной книге **Л. Г. Бондарева** «**Суша, отвоеванная у моря**» рассказывается о истории создания искусственных островов, плавучих городов. Некоторые проекты уже осуществлены в Советском Союзе, США, Японии и других странах.

Широкому кругу читателей предназначаются «**Рассказы о путешествниках**» **Э. М. Мурзаева**.

В книге «**Джемс Кук**» **Я. Свет** описывает удивительную судьбу Дж. Кука. Выдающийся английский мореплаватель, сын батрака-поденщика, прошел суровую морскую службу и стал командиром трех замечательных экспедиций.

Автор «**Путешествия в синюю страну**» — доктор биологических наук **Г. Е. Шульман** — участник многих экспедиций в Азовское, Черное и Средиземное моря. Он рассказывает о проблемах, над которыми работают исследователи в севастопольском Институте биологии южных морей.

Ландшафту островов Тихого океана посвящена книга **Г. М. Игнатьева** «**Тропические острова Тихого океана**».

Морская геоморфология — научная дисциплина, которая сложилась в последние годы. Она изучает закономерности строения и развития морского дна и берегов. Терминологический справочник «**Морская геоморфология**» издается впервые.

Е. П. ДЕРЖАЧ



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

В редакцию журнала «Земля и Вселенная» поступают письма, в которых читатели сетуют на то, что очень трудно собрать воедино сведения о времени запуска и параметрах движения многочисленных космических аппаратов. Выполняя пожелания наших читателей, мы публикуем сведения о космических аппаратах, запущенных в СССР в 1977 году. Таблицу подготовил старший научный сотрудник Института космических исследований АН СССР В. Д. Перов.

Аппараты, запущенные в 1977 году, собраны в четыре группы в соответствии с задачами, решаемыми с их помощью.

В первую, самую многочисленную группу включены искусственные спутники Земли серии «Космос», предназначенные для проведения разнообразных, многоплановых экспериментов в околоземном пространстве по программе, объявленной в марте 1962 года. Спутники этой серии построены на базе унифицированных

узлов и агрегатов. Состав научной аппаратуры меняется в зависимости от конкретных экспериментов («Земля и Вселенная», № 4, 1978, с. 6—9.—Ред.).

Вторую группу составляют искусственные спутники Земли прикладного назначения. В их число входят связные и метеорологические спутники.

Третья группа — космические аппараты, предназначенные для решения научных, технических и прикладных задач с участием космонавтов. К ним относятся пилотируемые космические корабли и долговременные орбитальные станции.

В отдельную группу выделены автоматические орбитальные аппараты, не входящие в число унифицированных спутников серии «Космос», созданные для проведения научных экспериментов, а также спутники серии «Интеркосмос».

№№ п/п	Обозначение объекта	Наименование объекта	Дата запуска	Дата прекращения или срок существова- ния	Наклонение, град	Период, мин	Перигей, км	Апогей, км
			Время мировое					
Искусственные спутники Земли серии «Космос»								
1.	1977-01A	Космос-888	6.I	19.I	65	89,5	178	346
2.	1977-03A	Космос-889	20.I	1.II	71,4	89,8	210	353
3.	1977-04A	Космос-890	20.I	1200 лет	83	105	1000	1032
4.	1977-06A	Космос-891	2.II	10 лет	65,8	94,4	466	518
5.	1977-09A	Космос-892	9.II	22.II	72,9	90,4	170	454
6.	1977-11A	Космос-893	15.II	5 лет	74	105,25	341	1703
7.	1977-13A	Космос-894	21.II	1200 лет	83	105,1	988	1026
8.	1977-15A	Космос-895	26.II	60 лет	81,2	97,2	613	648
9.	1977-16A	Космос-896	3.III	16.III	72,9	88,5	194	216
10.	1977-17A	Космос-897	10.III	23.III	72,9	89,7	182	371
11.	1977-20A	Космос-898	17.III	30.III	81,4	89	222	258
12.	1977-22A	Космос-899	24.III	10 лет	74,1	95,2	505	552
13.	1977-23A	Космос-900	29.III	8 лет	83	94,4	460	523
14.	1977-25A	Космос-901	5.IV	1,4 года	71	95,5	279	845
15.	1977-26A	Космос-902	7.IV	20.IV	81,4	89	179	307
16.	1977-27A	Космос-903	11.IV	10 лет	62,8	726	630	40 170
17.	1977-28A	Космос-904	20.IV	4.V	71,4	89,8	210	350
18.	1977-30A	Космос-905	26.IV	26.V	67,1	89,7	179	366
19.	1977-31A	Космос-906	27.IV	6 лет	50,7	94,3	466	523
20.	1977-33A	Космос-907	5.V	16.V	62,8	89,9	187	388
21.	1977-35A	Космос-908	17.V	31.V	51,8	89,1	180	307
22.	1977-36A	Космос-909	19.V	4000 лет	65,9	117	991	2112
23.	1977-37A	Космос-910	23.V	23.V	65,1	91	149	506

№№ п/п	Обозначение объекта	Наименование объекта	Дата запуска	Дата прекращения или срок существова- ния	Наклонение, град	Период, мин	Перигей, км	Апогей, км
			Время мировое					
24.	1977-39A	Космос-911	25.V	1200 лет	82,9	104,9	984	1018
25.	1977-40A	Космос-912	26.V	8.VI	81,4	89	219	257
26.	1977-42A	Космос-913	30.V	6 лет	74	94,5	475	523
27.	1977-43A	Космос-914	31.V	13.VI	65	89,6	210	327
28.	1977-45A	Космос-915	8.VI	21.VI	62,8	89,1	182	306
29.	1977-46A	Космос-916	10.VI	21.VI	62,8	89,9	250	307
30.	1977-47A	Космос-917	16.VI	10 лет	62,9	725	625	40 150
31.	1977-50A	Космос-918	17.VI	18.VI	65,1	88,4	131	265
32.	1977-51A	Космос-919	18.VI	1 год	71	95,6	278	847
33.	1977-52A	Космос-920	22.VI	5.VII	65	89,7	180	364
34.	1977-55A	Космос-921	24.VI	75 лет	76	98	664	711
35.	1977-58A	Космос-922	30.VI	13.VII	62,8	89,5	212	323
36.	1977-59A	Космос-923	1.VII	120 лет	74	101,4	804	842
37.	1977-60A	Космос-924	4.VII	10 лет	74	95,3	514	560
38.	1977-61A	Космос-925	7.VII	60 лет	81,2	97,2	622	645
39.	1977-62A	Космос-926	8.VII	1200 лет	82,9	105,1	997	1025
40.	1977-63A	Космос-927	12.VII	25.VII	72,9	90	178	403
41.	1977-64A	Космос-928	13.VII	1200 лет	83	104,8	977	1022
42.	1977-66A	Космос-929	17.VII		51,6	89,4	221	298
43.	1977-67A	Космос-930	19.VII	6 лет	74	94,6	482	528
44.	1977-68A	Космос-931	20.VII	12 лет	62,8	726	600	40 180
45.	1977-69A	Космос-932	20.VII	2.VIII	65	89,5	180	342
46.	1977-70A	Космос-933	22.VII	2 года	65,8	92,5	385	418
47.	1977-72A	Космос-934	27.VII	9.VIII	62,8	89,4	238	264
48.	1977-73A	Космос-935	29.VII	11.VIII	81,3	89,2	225	276
49.	1977-74A	Космос-936	3.VIII	22.VIII	62,8	90,7	224	419
50.	1977-77A	Космос-937	24.VIII	6 лет	65	93,3	438	457
51.	1977-78A	Космос-938	24.VIII	6.IX	62,8	89,7	189	365
52.	1977-79A	Космос-939 *	24.VIII	8000 лет	74	115,2	1448	1518
53.	1977-79B	Космос-940		6000 лет	74	114,5	1397	1464
54.	1977-79C	Космос-941		7000 лет	74	114,7	1416	1464
55.	1977-79D	Космос-942		10 000 лет	74	116	1464	1535
56.	1977-79E	Космос-943		9000 лет	74	115,1	1453	1464
57.	1977-79F	Космос-944		9000 лет	74	115,3	1464	1473
58.	1977-79G	Космос-945		10 000 лет	74	115,5	1464	1493
59.	1977-79H	Космос-946		10 000 лет	74	115,7	1464	1512
60.	1977-81A	Космос-947	27.VIII	9.IX	72,8	89,7	211	346
61.	1977-83 A	Космос-948	2.IX	15.IX	81,4	89	217	265
62.	1977-85A	Космос-949	6.IX	6.X	62,8	89,5	184	348
63.	1977-86A	Космос-950	13.IX	27.IX	62,8	89,4	213	305
64.	1977-87A	Космос-951	13.IX	1200 лет	83	105	989	1029
65.	1977-88A	Космос-952	16.IX	600 лет	65	89,7	258	278
66.	1977-89A	Космос-953	16.IX	29.IX	62,8	89,6	188	354
67.	1977-90A	Космос-954	18.IX	24.I.1978	65	89,6	259	277
68.	1977-91A	Космос-955	20.IX	60 лет	81,2	97,5	631	664
69.	1977-95A	Космос-956	24.IX	6 лет	75,8	96,9	358	865
70.	1977-98A	Космос-957	30.IX	13.X	65	89,8	181	381
71.	1977-100A	Космос-958	11.X	24.X	62,8	90,5	265	369
72.	1077-101A	Космос-959	21.X	30.XI	65	94,8	153	891
73.	1977-103A	Космос-960	25.X	10 лет	74	95,1	505	549
74.	1977-104A	Космос-961	26.X	26.X	66	88,5	125	302
75.	1977-107A	Космос-962	28.X	1200 лет	83	104,9	983	1022
76.	1977-109A	Космос-963	24.XI	3000 лет	82,9	109,3	1190	1220
77.	1977-110A	Космос-964	4.XII	17.XII	72,9	89,9	180	391
78.	1977-111A	Космос-965	8.XII	6 лет	74	94,4	469	520
79.	1977-115A	Космос-966	12.XII	24.XII	65	89,5	210	316
80.	1977-116A	Космос-967	13.XII	1200 лет	66	105	973	1013
81.	1977-119A	Космос-968	16.XII	120 лет	74	101	783	822
82.	1977-120A	Космос-969	20.XII	3.I.1978	62,8	89,5	188	340
83.	1977-121A	Космос-970	21.XII		65,8	106	954	1160
84.	1977-122A	Космос-971	23.XII	1200 лет	83	105	993	1021
85.	1977-123A	Космос-972	27.XII	200 лет	75,8	104	722	1189
86.	1977-124A	Космос-973	27.XII	9.I.1978	71,4	89,8	210	348

№№ п/п	Обозначение объекта	Наименование объекта	Дата запуска	Дата прекращения или срок существова- ния	Наклонение, град	Период, мин	Перигей, км	Апогей, км
			Время мировое					
Искусственные спутники Земли народнохозяйственного назначения								
1.	1977-02A	Метеор-2	6.I	500 лет	81,3	103	893	932
2.	1977-10A	Молния-2	11.II	10 лет	62,5	735	493	40 757
3.	1977-21A	Молния-1	24.III	10 лет	62,8	736	484	40 816
4.	1977-24A	Метеор	5.IV	500 лет	81,2	102,5	869	909
5.	1977-32A	Молния-3	28.IV	12 лет	62,8	736	467	40 817
6.	1977-54A	Молния-1	24.VI	12 лет	62,9	700	480	39 016
7.	1977-57A	Метеор	29.VI	60 лет	98	97,5	602	685
8.	1977-71A	Радуга	23.VII	1·10 ⁶ лет	0,4	1477	36 600	36 600
9.	1977-82A	Молния-1	30.VIII	10 лет	62,8	736	480	40 800
10.	1977-92A	Экран	20.IX	1·10 ⁶ лет	0,4	1425	35 560	35 560
11.	1977-105A	Молния-3	28.X	12 лет	62,8	735	478	40 764
12.	1977-117A	Метеор-2	14.XII	500 лет	81,2	102,5	872	906
Пилотируемые аппараты и орбитальные станции								
1.	1977-08A	Союз-24 **	7.II	25.II	51,6	89,2	218	281
2.	1977-97A	Салют-6	29.IX		51,6	89,1	219	275
3.	1977-99A	Союз-25 ***	9.X	11.X	51,6	90,2	280	318
4.	1977-113A	Союз-26 ****	10.XII	16.I.1978	51,6	90,2	267	329
Специализированные научные автоматические аппараты								
1.	1977-49A	Снег-3 *****	17.VI	6 лет	50,67	94,33	459	519
2.	1977-93A	Прогноз-6	22.IX	10 лет	65	5688	498	197 900
3.	1977-96A	Интеркосмос-17	24.IX	6 лет	83	94,4	468	519
Примечание. * Спутники №№ 939—946 выведены на орбиту одной ракетой-носителем. ** Параметры орбиты после коррекции 8.II. *** Параметры орбиты после коррекции 9.X. **** Параметры орбиты после коррекции 10.XII. ***** Французский искусственный спутник Земли, запущенный советской ракетой-носителем.								

Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1978 году

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС «САЛЮТ-6» — «СОЮЗ»

Алексеев Л. Г., Павлов Ю. С., Феоктистов К. П.— Орбитальная станция «Салют-6» 5
Иванов Л. И., Павлов Ю. С., Феоктистов К. П.— Космический грузовик 5
Никитин С. А.— Первый международный экипаж в космосе 5
Аксенов А. А.— Международное сотрудничество в изучении морей 1

Амнуэль П. Р.— Вспышки невидимых звезд . 1
Алексеев А. С., Рябой В. З.— Астеносфера Земли 5
Бибенин Г. Г., Николаев А. Г.— Наука в Звездном городке 5
Васильев Н. В., Разин С. А.— Что известно о Тунгусском метеорите 6
Верещетин В. С.— Правопорядок в космосе 4
Голованов Я. К.— Жизнь «на потолке» . . 4
Головков В. П.— Память о катастрофах . . 5

1 ЯНВАРЬ ФЕВРАЛЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ 3 МАЙ ИЮНЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ 5 СЕНТЯБРЬ ОКТАБРЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ 2 МАРТ АПРЕЛЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ 4 ИЮЛЬ АВГУСТ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ 6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Гольдовский Д. Ю.— Дорога длиною в 12 лет	2	Петрова Г. Н.— Характерные особенности магнитного поля Земли	1
Гольдовский Д. Ю.— Орбитальный оптический телескоп	5	Петрунин С. В., Харитонов Г. И.— «Снег-3» и гамма-астрономия	3
Городницкий А. М.— Подводные горы	2	Пущаровский Ю. М.— Движение земной коры в океанах	2
Гуревич Л. Э., Глинер Э. Б.— Геометрия Вселенной	5	Расторгуев А. С.— Звезды шаровых скоплений	4
Гуровский Н. Н., Егоров А. Д.— Статья космонавтом нелегко	2	Ребров М. Ф.— «Чайка»	3
Джамалов Р. Г., Зекцер И. С., Иванов В. А.— Изучение подземных вод из космоса	2	Рейснер Г. И.— Геологический прогноз землетрясений	6
Ефремов Ю. Н.— Горизонты астрономии	3	Рускол Е. Л.— Спутники Марса	2
Жолобов В. М.— «Салют-5»: технологические эксперименты	6	Рускол Е. Л.— Система спутников Юпитера	4
Зайцев Д. Л.— Система спутникового телевизионного вещания «Экран»	1	Садовский М. А.— Предсказание времени землетрясений	6
Колосов М. А., Яковлев О. И.— Радиофизические исследования Венеры с космических аппаратов	3	Самойленко В. С.— Атмосферные процессы над Тихим океаном	3
Комберг Б. В.— Радиогалактика Дева А	1	Самойленко В. С.— «Мир конвергенции» и «мир дивергенции»	4
Комберг Б. В.— Близкие квазары — рентгеновские источники	6	Соболев Г. А.— Предвестники землетрясений	6
Лазарев А. И.— Второе «явление Ломоносова»	4	Сурдин В. Г.— Эволюция шаровых скоплений	4
Левин Б. Ю.— Метеоритный кратер под ледяным покровом Антарктиды?	3	Тиндо И. П.— Солнце в рентгеновских лучах	3
Максимачев Б. А.— Космонавты в Звездном доме	2	Удинцев Г. Б.— Геоморфология и тектоника дна Тихого океана	3
Марчук Г. И., Курбаткин Г. П.— Численный прогноз погоды	1	Цыпкин К. Б.— Спутники серии «Космос»	4
Матвеев Л. И.— Сверхдальняя радиointерферометрия	1	Чернов А. А.— Разведчики глубин	6
Минеев Ю. В.— Солнечные космические лучи идут к Солнцу	1	Чесноков В. И.— Химический состав поверхности Марса	2
Михайлов А. А.— Прецессия	2	Эйнасто Я., Йыэвээр М.— Структура Галактики	6
Моисеев П. А.— Биологические ресурсы Мирового океана	2		
Мячкин В. И.— Физические основы прогноза землетрясений	6	ЛЮДИ НАУКИ	
Николаев А. Г.— Космонавтов готовят на Земле	2	Дубинский Б. А.— Владимир Александрович Котельников (к 70-летию со дня рождения)	5
Новиков И. Д.— Релятивистская астрофизика — новая ветвь науки о небе	1	Кузьменко К. Н., Плужников В. Х., Лацько В. М., Сенчук Т. А.— Борис Павлович Остащенко-Кудрявцев	3
		Мартынов Д. Я.— Василий Павлович Энгельгардт (к 150 летию со дня рождения)	4
		Памяти Бориса Васильевича Кукаркина	1
		Памяти Всеволода Владимировича Федынского	6
		Прищепа В. И.— Валентин Петрович Глушко (к 70-летию со дня рождения)	6

Смородинский Я. А.— Майкельсон — великий оптик (к 125-летию со дня рождения) . . .	1	ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Федынский В. В.—Игорь Станиславович Астапович (к 70-летию со дня рождения) . . .	2	Алесенко Н. В.—Азимутальная установка и фотоприставка для трубы «Турист»	5
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ		Вилху О.—60 лет любительской астрономии в Финляндии	3
Бронштэн В. А.—Астрономы и геодезисты — на пленуме в столице Латвии	4	Карташов В. Ф.—Школа юных наблюдателей Луны и планет	6
Гогосов В. В.—XXVIII конгресс МАФ . . .	4	Лазаревский В. С.—Астрономические явления в 1979 году	6
Дорошкевич А. Г.—Крупномасштабная структура Вселенной	3	Мартыненко В. В.—Крымскому обществу любителей астрономии 30 лет	1
Косминская И. П.—Международное совещание сейсмологов	6	Пшеничнер Б. Г.—Им исследовать космос	5
Римша М. А.—Совещание по космической физике	1	Сорин С. И.—Юные астрономы Азербайджана	4
Чугунов Е. Ф.—Совещание руководителей программы «Интеркосмос»	2	ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ	
Чугунов Е. Ф.—Встреча метеорологов . . .	3	Неяченко И. И.—Пегас	1
ЭКСПЕДИЦИИ		Неяченко И. И.—Лири	3
Войтов В. И.—«Витязь» в Индийском океане	2	Неяченко И. И.—Геркулес	5
Кияев В. И.—Полярные ночи Шпицбергена на службе астрометрии	3	ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ	
Малков И. П., Юрганов Л. Н.—Угарный газ в атмосфере Земли	4	Шувалов В. М.—Самодельный телескоп-рефлектор	4
Озмидов Р. В.—19-й рейс «Дмитрия Менделеева»	5	ФАНТАСТИКА	
ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ		Амнуэль П. Р.—Капли звездного света	3,4,5
Владимиров Б. П.—Байконур	1	Комаров В. Н.—Тупик	2
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ		КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
Блюм А. В.—Фламарион и царская цензура	6	Абрамов С. Б.—Марки о советских исследованиях Красной планеты	1
Комберг Б. В.—У истоков внегалактической астрономии	4	Орлов В. А.—Почтовые миниатюры, посвященные первой женщине-космонавту	3
Лонгинов В. В.—Изучение рельефа морского дна	2	Орлов В. А.—Марки, посвященные истории отечественной океанологии	4
Ченакал В. Л.—Когда появились на Руси солнечные часы	1	Орлов В. А.—Марки рассказывают о программе «Интеркосмос»	5
РАССКАЗ О ФИЛЬМЕ		Рудов В. А.—Марки, посвященные второму космонавту планеты	2
Журавлев В. Н.—Фильм, консультантом которого был К. Э. Циолковский	4	КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ		Гришук Л. П.—Самые простые и самые сложные объекты Вселенной	5
Гаген-Торн В. А.—Очередной пленум СПАК	5	Дюнин А. К.—Книга о памирских ледниках	6
Гаген-Торн В. А.—Совещание по астрономическому образованию	6	Еремеева А. И.—400 лиц, знакомых и незнакомых	4
Дагаев М. М., Засов А. В., Кононович Э. В., Щеглов П. В.—Проект школьной программы по астрономии	4	Книги 1979 года	6
Левитан Е. П.—Астрономия в ПТУ	3	Левитан Е. П.—Необходимое пособие для учителей астрономии ГДР	6
Лейкин Г. А.—Чему же должна учить школьная астрономия?	6	Мартыанов А. Н.—«Космонавты СССР»	2
СТИХИ О ВСЕЛЕННОЙ		Нариманов Г. С.—«Космос далекий и близкий»	1
Николай Александрович Морозов	1	Новожилов Н. И.—Географические исследования декабристов	2
		Степанов В. Н.—«Популярная океанография»	3
		Федынский В. В.—Осколки космического вещества	5
		Федынский В. В.—Сила, что правит мирами	6

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	1,3,6	«Пионер-11» готов к встрече с Сатурном	1
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ		Планетарная туманность с двойным ядром	5
Барстеры и карликовые Новые	3	Планетарные туманности со звездным ветром	3
«Веотикаль-6»: сквозь атмосферу	1	«Плотинные» землетрясения	6
В память о ГИРД	5	Почему солнечные пятна темные?	4
Вперед Сатурн	5	Природа слабых рентгеновских источников	6
Встреча в Звездном доме	5	Присуждение Золотых медалей имени К. Э. Циолковского	3
Высокая оценка экспериментального рейса «Арктика»	1	Прогноз землетрясений по уровню подземных вод	1
Геохимический метод прогноза землетрясений	6	Пылевые частицы вблизи звезды	2
Звездный остаток сверхновой	4	54-й рейс «Гломара Челленджера»	1
Интервью академика В. П. Глушко	6	55-й рейс «Гломара Челленджера»	2
«Интеркосмос-17»	3	56-й рейс «Гломара Челленджера»	3
Как образовались борозды на Фобосе?	5	59-й рейс «Гломара Челленджера»	6
Квazar в галактике	4	Радиоисточник в центре Галактики	2
Климат и производство энергии	3	Распределение температуры в земной коре	6
Когда Кавказ смыкался с Африкой	5	Рейсы «Гломара Челленджера»	5
Космический эффект... воскресенья	2	Рейсы кораблей науки	6
Космос на экране Дома ученых	3	Сверхмассивный объект в центре М 87	5
Лазерный метод прогнозирования грозы?	1	Световые вспышки от пульсара	1
Любительские фотографии лунного затмения 24 марта 1978 года	5	Сейсмическая анизотропия земных недр под океаном	6
Метеорологический спутник «Метеосат»	4	Станции на Луне выключены	4
Наблюдайте метеорный поток Драконид	4	100-летие нивелирной сети СССР	3
На орбите «Космос-1000»	4	Странный источник в Магеллановом Облаке	3
На орбите «Салют-6»	2, 3, 5, 6	Тенденция изменения климата Земли	2
Невидимые спутники звезды 61 Лебеда	5	Ускорение рентгеновских пульсаров	2
Необычная малая планета	3	Формирующаяся планетная система?	4
Новая оценка возраста Метагалактики	1	Художник-фантаст из солнечного города	6
Новости лунной сейсмологии	4	Часто ли рождаются пульсары?	2
Новые астероиды, приближавшиеся к Земле	6	Чем вызван ледниковый период Земли?	6
Новые книги	2, 3, 5, 6	Черная дыра в облаке межзвездного газа?	6
Новый крупный метеорит	2	Эволюция скоплений и двойные звезды	1
Новый памятник природы	5		



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

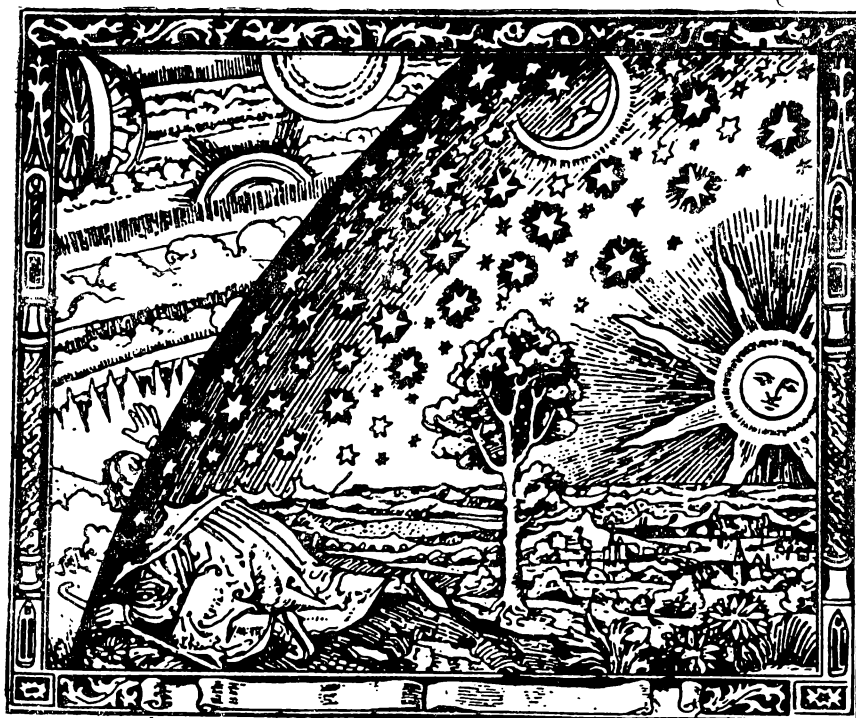
Дорогая редакция!

Я слышал, что в последнее время появились новые данные об известной гравюре, изображающей монаха, которому удалось добраться до «края света». Не можете ли вы рассказать об этом на страницах своего журнала.

Л. М. Кудрявцев (Тюменская область)

На вопрос читателя по просьбе редакции отвечает профессор А. В. БУТКЕВИЧ.

Действительно, в периодической печати стали появляться сообщения о том, что известная гравюра «помолодела» (журнал «Astronomie in der Schule», № 2, 1976, издаваемый в ГДР; «Наука и жизнь», № 3, 1978). До сих пор гравюру относили к XVI или даже XV веку. Ее называли «гравюрой на дереве XVI столетия», «замечательной старонемецкой гравюрой на дереве». На ней видели путешественника, наблюдающего «царство блаженства». В одном из немецких изданий картина названа «Скептик».



Иногда говорят о пилигриме, рассматривающем то, что находится за «краем света».

В 1975 году В. Вебер сообщил («Gutenberg — Jahrbuch», 1975), что он не только обнаружил картину в одной из популярных книг К. Фламариона («L'Atmosphère, météorologie populaire», 1888), но и доказал, что Флам-

марион, хорошо умевший рисовать и гравировать, — творец этой картины. Вероятно, знаменитый популяризатор астрономии искал в старой литературе картину подобного содержания и, быть может, даже использовал в качестве «прототипа» гравюру, которая воспроизведена в книге Себастьяна Мюнстера «Космография» (XVI в.).

Адрес редакции:

103717, ГСП, Москва К-62, Подсосенский пер., 21.
Телефоны: 227-02-45, 227-07-45.

Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

Корректоры: В. А. Володина, Т. Н. Морозова

Номер оформили: А. Г. Калашникова, В. И. Кноп, А. Н. Ковалев,
Е. К. Тенчурина

Сдано в набор 27/VII 1978 г. Подписано к печати 5/X 1978 г. Т-15038. Формат бум. 84×108^{1/16}.
Высокая печать. Усл. печ. л. 10,08 Уч.-изд. л. 11,5 Бум. л. 3,0 Тираж 53 000 Цена 50 коп. Заказ 768

Издательство «Наука», 103717, ГСП, Москва К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография изд-ва «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.

6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ.
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ.
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН.
Член-корреспондент АН СССР
Г. А. АВСЮК,
доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ,
кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН,
доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН,
кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ,
доктор технических наук
А. А. ИЗЮТОВ,
доктор физико-математических наук
И. К. КОВАЛЬ,
доктор географических наук
В. Г. КОРТ,
доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН,
кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН,
академик
А. А. МИХАЙЛОВ,
доктор физико-математических наук
Г. С. НАРИМАНОВ,
доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ,
доктор физико-математических наук
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ,
доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА,
доктор географических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ,
доктор геолого-минералогических наук
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ,
доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ,
доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ,
доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН,
доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ.

Продолжение. Начало см. на странице 56.

Второй этап использования орбитальной станции «Салют-6» состоит из длительной экспедиции, двух международных экспедиций посещения, включает доставку грузов несколькими кораблями серии «Прогресс» и перестыковку корабля с одного стыковочного узла на другой. Ко дню нашей беседы (7 сентября 1978 года) на этом этапе осуществлено десять стыковок кораблей со станцией, две длительные экспедиции и четыре экспедиции посещения, во время которых полеты в космос вместе с советскими космонавтами совершили космонавты-исследователи ЧССР, ПНР и ГДР.

Но этим работа на орбитальной станции «Салют-6» не завершается.

Вопрос:

Что Вы думаете по вопросу о целесообразности длительных полетов космонавтов на орбитальных станциях?

Ответ:

Никто не сомневается в необходимости отработки длительных космических полетов для осуществления экспедиций на другие небесные тела и для решения более близких задач, связанных с индустриализацией ближнего космоса.

Выполнение программы изучения и освоения космического пространства требует значительных затрат. Поэтому актуален вопрос о рациональном, экономичном использовании затраченных средств.

Первое условие экономичности — повышение эффективности использования создаваемых дорогостоящих орбитальных станций.

Помимо важного вопроса организации оптимального сбалансированного режима дня на борту пилотируемой орбитальной станции, обеспечивающего сохранение работоспособности и здоровья экипажа, необходимо повысить коэффициент использования самой станции.

Наибольшая эффективность, а следовательно, и экономичность исполь-

зования пилотируемой орбитальной станции достигается при обеспечении продолжительной целенаправленной работы экипажа на ее борту и, конечно, при максимально длительной работоспособности станции, иначе говоря, при достаточно большом ее ресурсе.

Если раньше ресурс орбитальных станций «Салют» измерялся месяцами, то теперь исчисляется годами, и работа по его увеличению продолжается.

Однако, как уже отмечено, основное условие эффективного использования пилотируемой орбитальной станции — если не исключение, то максимальное сокращение времени ее «холостых» беспилотных полетов, сопровождающихся уменьшением числа проводимых экспериментов при том же уровне расходования ресурса.

Эта задача может решаться двумя путями: либо большим числом кратковременных экспедиций на станцию, либо меньшим числом более длительных экспедиций. В первом случае требуется больше дорогостоящих пилотируемых кораблей и ракет-носителей. Следовательно, экономически выгоднее длительные экспедиции. Более того, при длительных экспедициях суммарно меньше времени теряется на неизбежное снижение работоспособности каждого экипажа в период адаптации к невесомости. Количество же необходимых грузовых космических кораблей снабжения одинаково в обоих случаях, так как зависит от суммарной длительности экспедиций.

Таким образом, последовательное увеличение длительности основных экспедиций орбитальных станций — закономерный процесс, экономически оправданный в настоящее время и создающий базу для постепенной подготовки к индустриализации космоса.

Естественно, что на фоне основных длительных экспедиций и впрямь будут совершаться кратковременные экспедиции на орбитальные станции для выполнения частных задач.

Возникает вопрос: какова оптимальная максимальная длительность основных экспедиций на орбитальных станциях, ожидаемая в ближайшее время?

Прежде всего, увеличение длительности экспедиций допустимо лишь постепенное, по мере накопления экспериментальных данных, объективно подтверждающих такую возможность при обязательном условии сохранения работоспособности и здоровья экипажа. При положительных результатах представляется разумным остановиться в ближайшем будущем на годичной длительности основных экспедиций как максимальной. При этом полезно учесть опыт работы 24 арктических и 23 антарктических экспедиций с их ежегодной сменой экипажей.

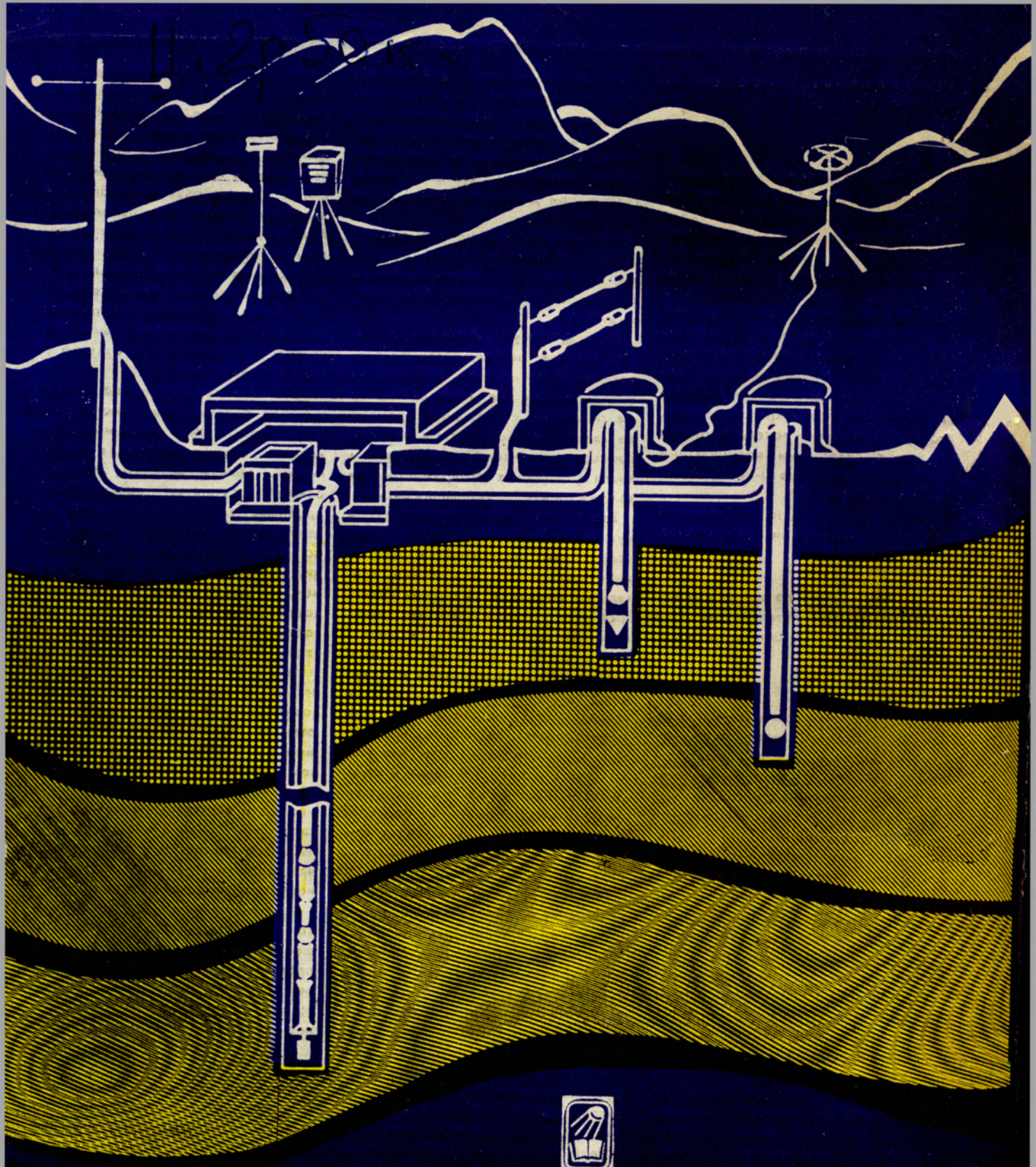
Сравнивая экспедицию на Северный или Южный полюс нашей планеты, характерные экстремальными климатическими условиями, с космической, нельзя забывать, что на Земле отсутствует серьезнейшая проблема влияния невесомости на человеческий организм. Однако в остальных условиях полярных экспедиций даже более суровы. Например, на дрейфующих научно-исследовательских станциях «Северный полюс» полярная ночь длится 5 месяцев, морозы достигают -50°C .

На орбитальных станциях космонавтам обеспечены комфортные условия, которые постепенно улучшаются. На данном этапе развития техники космонавты живут в ограниченном объеме станции, но не теснее, чем моряки, плавающие многие месяцы в океанских подводных лодках.

Однако невесомость остается еще недостаточно познанной особенностью космических полетов.

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют большое внимание созданию и развитию орбитальных комплексов. Поэтому нет сомнений, что проблемы, связанные с изучением и освоением космоса, будут решены.

В заключение беседы редакция от имени авторского коллектива и читателей сердечно поздравила Валентина Петровича с юбилеем и пожелала ему доброго здоровья и новых творческих успехов.



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП
ИНДЕКС 70336